

Ciência & Cozinha

Aplicação de Metodologias Científicas no Estudo de Processos Culinários

Esteban Puebla González

Graduado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Ciências Gastronómicas

Orientadores: **Prof. Paulina Mata**
 Prof. João Paulo Noronha
 Prof. Patrícia Fradinho

Juri:

Presidente: Doutora Catarina Paula Guerra Geoffroy Prista, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutora Anabela Cristina da Silva Naret Moreira Raymundo, Professora Auxiliar com agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa; Doutora Maria Paulina Estorninho Neves da Mata, Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa; Chef André Guilherme do Nascimento Oliveira Magalhães – Taberna da Rua das Flores, na qualidade de especialista.

Outubro 2015

PREFÁCIO

Cozinhar é uma actividade tão antiga quanto a própria humanidade, que pode mesmo ter moldado a nossa anatomia. Quando se coze um pão, se assa uma carne, ou se elabora um vinho, estão-se a invocar técnicas transmitidas não apenas de geração para geração, mas desde o alvorecer da espécie humana.

Os métodos tradicionais de cozinhar tornaram-se tão familiares e confortáveis como nossas próprias cozinhas. Pode assim ser surpreendente adquirir conhecimento sobre quais as técnicas culinárias tradicionais que realmente funcionam ou não. Sobre as práticas consagradas por séculos de sabedoria popular, que nem sempre são rigorosas.

As técnicas culinárias são dignas de um olhar mais atento, porque uma compreensão mais profunda dos princípios científicos envolvidos em cada uma delas permite aperfeiçoá-las.

Modernist Cuisine

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à professora Paulina Mata, por orientar esta tese e este percurso de dois anos que um dia decidi começar. Não só por mim, agradeço em nome de todos os colegas a sua capacidade de motivação, de orientação, de transmissão de conhecimento, e a sua humildade. Sem o seu trabalho e dedicação durante estes anos, o mestrado em Ciências Gastronómicas não seria o que é.

Em segundo lugar, queria agradecer aos meus queridos co-orientadores, ao professor João Noronha e à professora Patrícia Fradinho, por me terem ajudado no decorrer do trabalho prático. Pela sua disponibilidade incondicional, o seu bom humor, e pelo seu apoio tanto pessoal como profissional.

Agradeço ao Prof. Paulo Henrique a sua ajuda na componente de análise sensorial apresentada nesta dissertação.

Gostaria de agradecer também a todos os colegas de estágio com que partilhei uma das experiências mais importantes da minha vida, o primeiro contato com a cozinha. Por tudo o vivido, e o que ainda está por acontecer.

A todos os meus colegas de mestrado, e em especial à minha amiga Catalina González, que juntos formaram a melhor turma que uma pessoa pode imaginar. Partilhar as nossas experiências foi um grande exercício de companheirismo e amizade, por tudo isso, sinto-me dentro de uma boa equipa.

Por último, e mais importante, quero agradecer com muito amor e carinho aos meus pais, irmã e família. Pelo seu apoio e disponibilidade, pelo suporte e incentivo, e pela sua presença, sempre constante, seja onde fôr.

A todos, que acreditaram em mim e acompanharam neste percurso da minha vida, muito obrigado.

RESUMO

Nas duas últimas décadas foram introduzidas na cozinha uma grande variedade de novas técnicas. Contudo, apesar de ter havido uma vasta transmissão de conhecimento e tecnologia para esta área, muitas destas técnicas e as suas aplicações ainda não foram estudadas em profundidade. Por vezes esta falta de conhecimento causa, e perpétua, o incorreto uso das mesmas, deixando um espaço aberto à investigação, cujos objetivos serão a aquisição de conhecimento e a otimização de técnicas culinárias.

Com base na aprendizagem e nas competências adquiridas através de um estágio realizado na cozinha de um restaurante com duas estrelas Michelin, integrado no presente trabalho, selecionaram-se duas técnicas culinárias, consideradas de vanguarda. As técnicas em questão foram a Impregnação a Vácuo e o Tratamento de Vegetais com Óxido de Cálcio. A primeira foi estudada utilizando maçã verde como ingrediente principal, e a segunda, utilizando abóbora. Para o estudo e optimização das técnicas seguiu-se uma metodologia científica, nomeadamente a caracterização de propriedades físicas e químicas dos produtos elaborados, recorrendo a instrumentação analítica.

O trabalho descrito nesta dissertação permitiu a caracterização de parâmetros sensoriais de interesse em produtos elaborados com base nestas técnicas, nomeadamente parâmetros de cor, textura e libertação de compostos voláteis, e ainda um estudo do impacto que as condições de processamento têm no produto final.

Através dos resultados obtidos, para a técnica de impregnação a vácuo, verificou-se que a adição de sal comum nos meios de impregnação incrementa a libertação de compostos voláteis. Verificou-se ainda que a percentagem de vácuo aplicada sobre os preparados influencia no perfil de libertação de compostos voláteis, concretamente, quanto maior é o vácuo aplicado nas amostras, menor é o conteúdo dos mesmos. Além disso, o tratamento de impregnação também tem uma influência significativa na alteração da cor e da textura. Os resultados analíticos foram contrastados com uma análise sensorial, através de provas hedónicas ou de aceitação.

Relativamente à técnica de Tratamento de Vegetais com Soluções de Óxido de Cálcio, foi realizado um estudo sobre a concentração de óxido de cálcio aplicada nas soluções, e o tempo de maceração nelas, recorrendo à Análise do Perfil de Textura. Verificou-se que, a concentração de óxido de cálcio nas soluções (para valores compreendidos entre 15 e 30 g/L) não é tão significativa como o tempo de exposição. Além disso, verificou-se que o simples tratamento de vegetais com cal induz um aumento significativo da firmeza dos mesmos.

Palavras-chave: Impregnação a Vácuo, Óxido de Cálcio, Gastronomia Molecular, Textura, Aroma.

RESUMO EM ESPANHOL

En las últimas dos décadas fueron introducidas en la cocina una gran variedad de nuevas técnicas. A pesar de haber una gran transmisión de conocimiento y tecnología para esta área, muchas de ellas y sus aplicaciones todavía no fueron estudiadas en profundidad. A veces, esta falta de conocimiento causa, y perpetua, el incorrecto uso de las mismas, dejando un espacio abierto a la investigación, cuyos objetivos sean la adquisición de conocimientos y la optimización de las técnicas.

Con base al aprendizaje y a las competencias adquiridas a través de una estancia realizada en una cocina profesional de un restaurante con dos estrellas Michelin, integrado en el presente trabajo, fueron seleccionadas dos técnicas culinarias, consideradas de vanguardia. Las técnicas en cuestión fueron la Impregnación a Vacío y el tratamiento de vegetales con una Solución de Óxido de Calcio. Estas técnicas fueron estudiadas siguiendo una metodología científica, concretamente la caracterización de propiedades físicas y químicas de productos a ellas sometidas, recurriendo a instrumentación analítica.

El trabajo descrito en esta tesina, permitió la caracterización de parámetros sensoriales de interés en productos elaborados con base en estas técnicas, concretamente parámetros del color, textura y liberación de compuestos volátiles, y también un estudio del impacto que las condiciones de procesamiento tienen en el producto final.

A través de los resultados obtenidos, para la técnica de impregnación a vacío se verificó que la adición de sal común en los medios de impregnación incrementa la liberación de compuestos volátiles. También se verificó que el porcentaje de vacío aplicado influye en el perfil de liberación de compuestos volátiles de los productos. Se verifica también una influencia significativa en la alteración del color y de la textura.

Relativamente a la técnica de Tratamiento de Vegetales con Soluciones de Óxido de Calcio, fue esencialmente realizada un análisis del perfil de textura, siendo también significativa su influencia en las características de textura de los productos obtenidos.

Palavras-clave: Impregnación a Vacío, Oxido de Calcio, Gastronomía Molecular, Textura, Aroma.

CONTEÚDO

PREFÁCIO	iii
AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO.....	vii
RESUMO EM ESPANHOL.....	viii
CONTEÚDO.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xiii
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO I REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
1. HISTÓRIA DA GASTRONOMIA NA IDADE MODERNA	5
1.1 INTRODUÇÃO	5
1.2 O SÉCULO XVII E O APOGEU DO ABSOLUTISMO	6
1.3 O SÉCULO XVIII E A TÉCNICA DE CARÊME	7
1.4 O SÉCULO XIX E O TAYLORISMO DE ESCOFFIER	9
1.5 O SÉCULO XX E A <i>NOUVELLE CUISINE</i>	10
2. CAMINHO DO FUTURO.....	12
2.1 O SÉCULO XXI E A ÚLTIMA REVOLUÇÃO CULINÁRIA GLOBAL	12
2.2 INOVAÇÃO – DISCURSO CULINÁRIO E COMUNICAÇÃO	13
2.3 PROCESSO CRIATIVO EM COZINHA E SUA METODOLOGIA	14
3. CIÊNCIA & COZINHA	17
3.1 INTRODUÇÃO	17
3.2 GASTRONOMIA MOLECULAR COMO CIÊNCIA	19
3.3 TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO PARA A COZINHA	20
4. TÉCNICAS ESTUDADAS NO TRABALHO EXPERIMENTAL.....	26
4.1 IMPREGNAÇÃO A VÁCUO	26
4.2 TRATAMENTO DE VEGETAIS COM ÓXIDO DE CÁLCIO	29
5. METODOLOGIAS PARA A ANÁLISE DE PARÂMETROS SENSORIAIS	32
5.1 AVALIAÇÃO DA COR.....	32
5.2 ANÁLISE DO PERFIL AROMÁTICO	34
5.3 AVALIAÇÃO DA TEXTURA	38

5.4	ANÁLISE SENSORIAL.....	41
CAPITULO II	RELATÓRIO DO ESTÁGIO	43
1.	O GRUPO	43
2.	LOCAIS ONDE FOI REALIZADO O ESTÁGIO	44
2.1	BELCANTO	44
2.2	MINI BAR TEATRO	45
3.	ROTINA DE TRABALHO E EQUIPAS	46
4.	AQUISIÇÃO DE COMPETÊNCIAS E EXPERIÊNCIA	47
CAPITULO III	TRABALHO EXPERIMENTAL	49
1.	MATERIAIS.....	49
1.1	INGREDIENTES	49
1.2	EQUIPAMENTO ESPECÍFICO UTILIZADO	51
2.	MÉTODOS.....	52
2.1	PRÉ - ELABORAÇÕES	52
2.2	PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS	52
2.3	AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS	56
2.4	ANÁLISE SENSORIAL	59
2.5.	ANÁLISE ESTATÍSTICA	60
CAPITULO IV	RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
1.	IMPREGNAÇÃO EM VÁCUO	61
1.1	DETERMINAÇÃO DA COR.....	61
1.3	- DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE LIBERTAÇÃO DE AROMAS	66
1.4	ANÁLISE SENSORIAL	70
2.	MACERAÇÃO COM ÓXIDO DE CÁLCIO	72
2.1	DETERMINAÇÃO DA COR.....	72
2.2	DETERMINAÇÃO DA TEXTURA	73
CAPITULO V	CONCLUSÕES	79
1.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	79
2.	ESTÁGIO	79
3.	TRABALHO EXPERIMENTAL	80
CAPITULO VI	BIBLIOGRAFIA.....	81

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Banquete nobre durante o séc. XVI. _____	6
Figura 2 - Capa de “Le Cuisinier François”. _____	7
Figura 3 - A Fisiologia do Gosto. Brillant Savarin. _____	7
Figura 4 - Marie Antoine Carême. _____	9
Figura 5 - Representação do terceiro estado. _____	9
Figura 6 - August Escoffier. _____	10
Figura 7 - Exemplo dos ideais da Nouvelle Cuisine. _____	11
Figura 8 - Esquerda: exemplo do Naturalismos de M. Bras; direita: exemplo do Conceptualismo de J. Maximin. _____	12
Figura 9 - Ferran Adrià. _____	12
Figura 10 - Representação hierárquica dos chefes que marcam o caminho da inovação nos nossos dias. Embora as influencias sejam mais complexas do que esta apresentado na figura, pode-se dizer que o primeiro nível (Maximin, Ducasse e Bras) influencia ao segundo nível (Gagnaire, Adrià, Blumenthal) e sucessivamente. _____	14
Figura 11 - “Skinny Blanquette Aereal”. _____	16
Figura 12 - “Loneliness spaceship”. _____	16
Figura 13 (a,b,c,d) - Da esquerda para a direita e de cima para baixo: N. Kurti; H.This; H.McGee; E. Crawdry. _____	18
Figura 14 - Alguns dos participantes do WorkShop sobre Gastronomia Física e Molecular em 2004 em Erice, Itália. Entre eles: “Jose Miguel Aguilera, Heston Blumenthal, Harold McGee, Hervé This, Ettore Bochia, Jorge Ruiz, Peter Barham, David Cassi, Martin Lersch, Margarida Guerreiro e Paulina Mata (Horta, 2007). _____	19
Figura 15 - Aspecto de uma cozinha moderna totalmente equipada (Myhrvold, Bilet e Young, 2011). _____	21
Figura 16 - Importantes elementos estruturais relacionados com os alimentos (Aguilera, 2012). _____	22
Figura 17 - Representação do processo de cozimento de um <i>soufflé</i> . _____	22
Figura 18 - Diagrama de processos culinários em função da temperatura e da pressão (Castells & Mans, 2011). _____	23
Figura 19 - Representação de algumas técnicas de vanguarda. Da esquerda a direita: Cozinha Sous Vide (1); Destilados de plantas e especiarias obtidos mediante um evaporador rotativo (2); Produtos derivados da centrifugação de um creme, separados em fases segundo a sua densidade (3); Elaboração de um gelado com azoto líquido (4); Frutas desidratadas (5). _____	24
Figura 20 - Vários usos de hidrocolóides na cozinha. De cima para abaixo: cocktails gelificados (a); esferificações (b); folhas crocantes a partir da desidratação de géis (c). _____	25
Figura 21 - Pêra bêbeda. _____	26
Figura 22 - Microscopia eletrónica de um tecido vegetal. _____	27
Figura 23 - Câmara de vácuo. _____	27
Figura 24 - Relação percentagem de vácuo, pressão, e ponto de ebulição da água. _____	28
Figura 25 - Milho antes do tratamento de nixtamalização. _____	29
Figura 26 - Estrutura química da pectina. Os grupos carboxilo não metoxilados da cadeia principal podem ficar desprotonados e com carga negativa, disponíveis para formar ligações (Basak e Bandyopadhyay, 2014). _____	30
Figura 27 - Representação da gelificação no modelo <i>egg-box</i> ou caixa de ovos (Alan, 2010). _____	30

Figura 28 - Doce de abóbora brasileiro. _____	31
Figura 29 - “Cercefi fóssil” do restaurante Mugaritz no ano 2009. (Aduriz, 2012) _____	31
Figura 30 - Representação esquemática das impressões percebidas através da análise sensorial. _____	32
Figura 31 - Imagem de um colorímetro. _____	33
Figura 32 - Sistema de coordenadas L*a*b* (Hunter Lab, 2007). _____	33
Figura 33 - Tipos de fibras para SPME (Foto do Autor). _____	35
Figura 34 - Suporte da fibra ou Holder. _____	35
Figura 35 - Representação gráfica do método <i>HS-SPME- GC-MS</i> . _____	37
Figura 36 - Texturómetro TA-XT plus da <i>StableMicrosystems</i> (Foto do Autor). _____	39
Figura 37 - Representação gráfica de um texturograma típica de um gel e seus parâmetros de textura (Bourne, 2002). _____	40
Figura 38 - Restaurante <i>Belcanto</i> . _____	44
Figura 39 - Restaurante <i>Mini Bar</i> . _____	44
Figura 40 - Pratos do restaurante <i>Belcanto</i> . Esquerda “A horta da galinha dos ovos de ouro”; Direita “Carne de porco à alentejana com ameijoas”. _____	45
Figura 41 - Pratos do <i>Mini Bar</i> . Esquerda “Gambas do Algarve em Ceviche”; Direita “Globo de lima Kaffir”. _____	46
Figura 42 - Calibrador de maçãs e refratómetro. _____	50
Figura 43 - Ingredientes do cocktail <i>Margarita</i> . _____	50
Figura 44 - Preparação da calda de açúcar aromatizada. _____	51
Figura 45 - Maçãs e equipamento antes do processamento. _____	53
Figura 46 - Abatedor de temperatura (Foto do Autor). _____	53
Figura 47 - Câmara de vácuo (Foto do Autor). _____	53
Figura 48 - Cubos de Abóbora (Foto do Autor). _____	54
Figura 49 - Sistema prático para o binómio Concentração/Tempo (Foto do Autor). _____	55
Figura 50 - Sistema prático para o tratamento térmico. _____	55
Figura 51 - Colorímetro Minolta CR-300 (Foto do Autor). _____	56
Figura 52 - Texturómetro a realizar uma determinação. (Foto do Autor) _____	57
Figura 53 - À esquerda, banho de aquecimento que promove a convecção dos analitos para o <i>espaço de cabeça</i> . À direita, cromatógrafo gasoso acoplado a detector de espectrometria de massa. (Fotos do Autor) _____	58
Figura 54 - Representação esquemática do tratamento das amostras antes da análise (Foto do Autor). _____	59
Figura 55 - Avaliação qualitativa da oxidação da maçã – t0. _____	63
Figura 56 - Avaliação qualitativa da oxidação da maçã – t1 (30m). _____	63
Figura 57 - Avaliação qualitativa da oxidação da maçã - t2 (24 h). _____	63
Figura 58 - Representação do perfil de textura (TPA) de uma amostra de maçã muito impregnada (M3). _____	64
Figura 59 - Firmeza das amostras de maçã sem tratamento (B1) e submetidas à impregnação em vácuo (M1 – pouco, M2 – meio, M3 – muito). As letras localizadas acima de cada barra representam a diferença significativa entre as médias para p<0,05 (ANOVA, teste de Tukey) _____	64
Figura 60 - Adesividade e coesividade das amostras sem tratamento (B1) e submetidas à impregnação em vácuo (M1 – pouco, M2 – meio, M3 – muito). As letras localizadas acima de cada barra representam a diferença significativa entre as médias para p<0,05 (ANOVA, teste de Tukey) _____	65

Figura 61 - Traçado de corrente iónica total obtido por (<i>HS-SPME-GC-MS</i>) do cocktail Margarita. _____	66
Figura 62 - Traçado de corrente iónica total obtida para as amostras de maçã impregnada. Da esquerda para a direita e de cima para baixo: B1, M1, M2 e M3. _____	68
Figura 63 - À esquerda: traçado de corrente iónica total obtido por (<i>HS-SPME-GC-MS</i>) da <i>tequila</i> sem adição de sal. À direita: Traçado de corrente iónica total obtido por (<i>HS-SPME-GC-MS</i>) da <i>tequila</i> com adição de sal. _____	69
Figura 64 - À esquerda: traçado de corrente iónica total obtido por (<i>HS-SPME-GC-MS</i>) da amostra M3 sem adição de sal. À direita: Traçado de corrente iónica total obtido por (<i>HS-SPME-GC-MS</i>) da amostra M4 com adição de sal. _____	70
Figura 65 - Representação gráfica dos atributos sensoriais obtidos pelo teste de aceitação. _____	71
Figura 66 - Mapa de preferencia interno para a aceitação global. _____	71
Figura 67 - Representação do perfil de textura para a abóbora com os dois tratamentos (cal + térmico). ____	73
Figura 68 - Representação da firmeza da abóbora. As amostras correspondem a: A1 (15g/L-1,5h); A2(30g/L-1,5h);A3(60g/L-1,5h); B1(15g/L-3h);B2(30g/L-3h);B3(60g/L-3h);C1(15g/L-4,5h);C2(30g/L-4,5h);C3(60g/L-4,5h). As letras localizadas acima de cada barra representam a diferença significativa entre as médias para $p<0,05$ (ANOVA, teste de Tukey) _____	74
Figura 69 – Representação da adesividade das amostras de abóbora As amostras correspondem a: A1 (15g/L-1,5h); A2(30g/L-1,5h);A3(60g/L-1,5h); B1(15g/L-3h);B2(30g/L-3h);B3(60g/L-3h);C1(15g/L-4,5h);C2(30g/L-4,5h);C3(60g/L-4,5h). As letras localizadas acima de cada barra representam a diferença significativa entre as médias para $p<0,05$ (ANOVA, teste de Tukey) _____	75
Figura 70 – Representação da coesividade das amostras de abóbora As amostras correspondem a: A1 (15g/L-1,5h); A2(30g/L-1,5h);A3(60g/L-1,5h); B1(15g/L-3h);B2(30g/L-3h);B3(60g/L-3h);C1(15g/L-4,5h);C2(30g/L-4,5h);C3(60g/L-4,5h). As letras localizadas acima de cada barra representam a diferença significativa entre as médias para $p<0,05$ (ANOVA, teste de Tukey) _____	76
Figura 71 - Firmeza da abóbora crua após a maceração em cal. As letras localizadas acima de cada barra representam a diferença significativa entre as médias para $p<0,05$ (ANOVA, teste de Tukey) _____	77
Figura 72 - Firmeza da abóbora após uma maceração prolongada. As letras localizadas acima de cada barra representam a diferença significativa entre as médias para $p<0,05$ (ANOVA, teste de Tukey) _____	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cinco abstrações sobre a criatividade em cozinha (Goldfarb, 2014; Murakami, 1988; Rainer,1993). _____	15
Tabela 2 - Exemplos de cientistas dos séculos XVIII e XIX que contribuíram para o estudo dos alimentos. (This, 2006ª; ; Papin, 1681; Rumford, 1969; Brillat Savarin, 1999; McGree, 1990; This, 2006b). _____	17
Tabela 3 - Colaborações atuais entre cientistas e cozinheiros na Europa (Cassi, 2011). _____	20
Tabela 4 - Técnicas culinárias utilizada na cozinha moderna. _____	24
Tabela 5 - Alguns exemplos de polissacáridos utilizados na cozinha e a sua principal função. _____	25
Tabela 6 - Composição química da fibra mais adequada de acordo com as características físico-químicas do analito (Supelco, 2005). _____	36

Tabela 7 - Exemplos de ensaios de textura e as suas características (Bourne, 2002).	39
Tabela 8 - Definições instrumentais, físicas e sensoriais dos parâmetros do perfil de textura (Civille e Szczesniak, 1973; Bourne, 1978; Stable Microsystems, 2001).	40
Tabela 9 - Mandamentos da Cozinha do <i>Belcanto</i> .	45
Tabela 10 - Ingredientes para as pré-elaborações.	52
Tabela 11 – Parâmetros da cor para as amostras de maçã sem impregnação (B1) e com diferentes graus de impregnação. Os valores apresentados correspondem à média e desvio padrão.	61
Tabela 12 - Diferença total de cor entre o branco e as amostras de maçã estudadas.	62
Tabela 13 - Compostos voláteis presentes no cocktail Margarita e a sua procedência.	67
Tabela 14 - Compostos testemunha da evolução do perfil de voláteis em base ao grau de impregnação.	68
Tabela 15 - Compostos testemunha do <i>salting out</i> nas amostras M3 e M4.	70
Tabela 16 - Resultado do teste de aceitação relativamente aos atributos sensoriais estudados. As letras localizadas acima de cada barra representam a diferença significativa entre as médias para $p < 0,05$ (ANOVA, teste de Tukey)	70
Tabela 17 - Determinação instrumental da cor para as amostras de abóbora. A amostra P1 corresponde à concentração de 30g/L macerada durante 3h; a amostra B2 corresponde à concentração de 30g/L macerada durante 3h e com posterior tratamento térmico; A amostra T1 corresponde à concentração 30g/L durante 24 horas com posterior tratamento térmico. Os valores apresentados correspondem à média e desvio padrão. As letras localizadas acima de cada barra representam a diferença significativa entre as médias para $p < 0,05$ (ANOVA, teste de Tukey)	72
Tabela 18 - Diferença total de cor entre o branco e as amostras de abóbora estudadas.	73

INTRODUÇÃO

Os grandes cozinheiros franceses dos séculos passados deixaram um legado de conhecimento culinário ainda presente nos nossos dias. No entanto, a mudança nos ritmos de vida e nos hábitos das pessoas impedem que este conhecimento fique estanque, pois a gastronomia é uma área estreitamente ligada ao desenvolvimento da sociedade e da cultura. Hoje em dia, são muitos os chefes em todo o mundo que se inspiraram em nomes como Escoffier ou Carême, e decidiram focar o seu trabalho no desenvolvimento e investigação de novas técnicas e conceitos culinários, muitos deles inovadores, que marcam uma evolução sem precedentes.

Para contextualizar e entender melhor o fenómeno da inovação em cozinha é necessário olhar para o passado, e contextualizar os fatos históricos que marcaram a evolução da sociedade moderna até aos nossos dias. A história das receitas está relativamente bem documentada, mas o contexto social e interpessoal onde estas foram desenvolvidas é muito menos conhecido.

Ao contrário do que aconteceu nos séculos anteriores, em que o desenvolvimento culinário foi sobretudo empírico, actualmente pode-se dizer que um fator importante do progresso está relacionado com o conhecimento científico. Observa-se o surgimento de um ramo altamente criativo da gastronomia, incentivando a inovação gastronómica através do desenvolvimento de novos produtos, equipamentos e atributos sensoriais.

A introdução de novos ingredientes, técnicas e equipamentos na cozinha permitiu que muitos cozinheiros subvertissem a estrutura dos menus, modificassem as texturas dos alimentos, criassem pratos completamente inusitados, tornando a refeição uma experiência lúdica e intelectual. Assim, conceitos como “criatividade” ou “inovação” são quase que um jargão no cenário da gastronomia atual.

Actualmente a importância do conhecimento científico, e em particular da sua contribuição para a compreensão dos mecanismos físico-químicos que gerem os processos de preparo de alimentos é amplamente reconhecida. Em particular para a produção realizada em cozinhas comerciais.

Valoriza-se cada vez mais o conceito de estrutura, chegando a falar-se de termos como arquitetura ou desenho de materiais alimentares. No entanto, ainda é longo o caminho a percorrer para que o conhecimento científico permita descrever o que acontece na preparação de uma receita, e seja possível dar recursos aos cozinheiros para desenharem de forma mais eficiente receitas e preparações.

O método científico é caracterizado pela observação cuidadosa, formação de hipóteses e testes, experimentação controlada, objetividade científica, e reprodutibilidade experimental. A importância de utilizar o método para compreender as propriedades dos alimentos era já reconhecida desde o século XVIII, por Lavoisier e meio século mais tarde, por exemplo, por Brillat-Savarin. Actualmente, com o advento da gastronomia molecular, a aproximação ao desenvolvimento de processos culinários deixou de ser exclusivamente empírica. A explicação científica lógica do seu mecanismo permitiu um desenvolvimento racional e mais sustentado.

Cada vez mais cientistas de alimentos se interessam por avaliar as propriedades dos materiais que produzem usando uma variedade de ferramentas analíticas, incluindo a microscopia electrónica e técnicas reológicas para avaliar a estrutura e aparência, e texturómetros para medir a textura, ou cromatógrafos de gases para determinar a concentração de compostos de aroma. Essas medições permitem confirmar teorias e hipóteses e construir relações entre as propriedades de ingredientes e propriedades macroscópicas relevantes da matriz alimentar (Linden *et al.*, 2008).

Simultaneamente, novas tecnologias e ingredientes têm sido introduzidos na cozinha, a fim de facilitar a produção, aprimorar a qualidade das preparações e dos alimentos e permitir a produções gastronómicas. Nas últimas duas décadas foram introduzidas uma grande variedade de novas técnicas mas, apesar de ter havido uma vasta transmissão de conhecimento para a área, muitas delas não foram estudadas em profundidade. Esta falta de conhecimento causa, e perpétua, a utilização incorreta das técnicas, dando lugar a uma via de trabalho cujos objetivos serão a melhoria e otimização dessas técnicas.

O trabalho desenvolvido e descrito nesta dissertação pretende ser uma contribuição para aumentar o conhecimento sobre algumas destas técnicas.

No capítulo I desta dissertação, correspondente à revisão bibliográfica, recolheram-se os factos marcantes para a gastronomia moderna, integrados num contexto sociocultural; a integração de conceitos como a inovação em cozinha ou a criatividade, e os seus mecanismos de execução; a sinergia entre ciência e cozinha e o nascimento dum novo ramo das ciências alimentares, a gastronomia molecular; e ainda a fundamentação teórica das técnicas e métodos analíticos que serão objeto de estudo nos capítulos seguintes.

O objetivo deste capítulo foi o de perceber a evolução da codificação da cozinha, de forma a se compreender que esta envolve uma transformação contínua e lenta, mas que por vezes, surgem períodos com dinâmicas sem precedentes. E ainda entender como a ciência pode ajudar à criação de um discurso culinário, fazendo da cozinha objeto de estudo.

No capítulo II apresenta-se o relatório de um estágio realizado em ambiente profissional. O objetivo principal foi a aquisição de conhecimentos sobre a forma de trabalho num restaurante de topo, vivenciando o processo de produção alimentar em todas as suas etapas. Pretendia-se ainda acompanhar na prática o uso de um conjunto de técnicas, de modo a poder seleccionar aquelas a estudar para o trabalho apresentado nesta dissertação.

O capítulo III corresponde a um trabalho metodológico-científico de investigação, onde se estudam duas técnicas culinárias- a Impregnação a Vácuo e o Tratamento de Vegetais com Óxido de Cálcio - recorrendo a várias técnicas analíticas, com o objetivo de obter informação de relevância para a culinária. O objetivo final deste capítulo é, em síntese, o estudo e optimização de processos culinários. Para isso, faz-se a avaliação (física e sensorial) dos parâmetros mais importantes, em função das diferentes condições de processamento.

No capítulo IV faz-se um balanço e apresentam-se as conclusões principais de todo o trabalho, incluindo conclusões sobre o trabalho apresentado em todos os capítulos. Em particular reflexões sobre a relevância da revisão bibliográfica que constituiu uma aprendizagem que se considera fundamental para a definição do fio condutor e do sentido do trabalho; conclusões práticas e de aquisição de competências concretas através do estágio profissional, e por último as conclusões de um trabalho experimental baseado no método científico para estudar técnicas culinárias e otimizar a sua aplicação.

1. HISTÓRIA DA GASTRONOMIA NA IDADE MODERNA

1.1 INTRODUÇÃO

Durante a Idade Média (476 d.C.-1453 d.C.) a sociedade europeia organizava-se em diferentes reinos com base num sistema feudal; tratava-se dum sistema piramidal dividido em estratos sociais, onde a posição de cada pessoa era determinada pelo seu nascimento. O rei situava-se no topo como soberano absoluto; o clero, constituído basicamente por religiosos, era educado na escrita e leitura (primeiro estado); a nobreza dedicava-se a labores de milícia e possuía a propriedade da terra (segundo estado); e por último, na base, encontravam-se os camponeses e burgueses como classe trabalhadora e comerciante (terceiro estado). A alimentação caracterizava-se pela escassa oferta alimentar, devido a uma agricultura de subsistência pouco desenvolvida tecnologicamente, e às grandes épocas de fome (Schwanitz, 1999).

As receitas tradicionais no geral eram rústicas e pouco sofisticadas, baseadas no empirismo e divulgadas de geração em geração, ou recolhidas em diversos formatos escritos, como livros, pedras, ou papiros. Mas a tradição culinária não consiste só num conjunto de velhas e imutáveis receitas; é basicamente uma linguagem, estruturada sob a forma de ingredientes, técnicas, preparações e rituais, conjugados por uma gramática em comum. Como tal envolve uma adaptação contínua ao percurso histórico dos povos e às necessidades do presente (Marques da Silva, 2014).

A cozinha popular, baseada na tradição, é atualmente uma amálgama de diferentes culturas culinárias. Um exemplo são os produtos trazidos da América para Europa (tais como a batata, o milho ou o tomate), pois o facto de terem sido integrados, e hoje continuarem a ser usados, evidencia a adaptação da dieta e culinária. Através da introdução de novas técnicas e novos ingredientes nas cozinhas tradicionais, desenvolveram-se novas metodologias e hábitos de consumo. Isto despoletou na culinária um processo de evolução e inovação, na altura, sem precedentes (Beaugé, 2012).

Mas, o que é inovação em culinária? Depende. Para um cozinheiro, a inovação vai incidir maioritariamente em aspectos relacionados com a técnica culinária, os quais introduzem inovação para o consumidor; para o comensal, por exemplo, o foco situa-se na sociedade e na cultura, desenvolvendo novas condutas que, por vezes, induzem à inovação e a criação de novas técnicas. Para contextualizar e entender melhor o fenómeno da inovação é necessário considerar a evolução da história, e destacar os fatos históricos que marcaram a evolução da sociedade moderna até aos nossos dias (Beaugé, 2012).

1.2 O SÉCULO XVII E O APOGEU DO ABSOLUTISMO

Na Europa Ocidental, a ideia de alta cozinha começou a desenvolver-se em meados do século XVII em França, e até finais do século XX a cozinha francesa foi uma referência a nível mundial. Os livros franceses que nos chegaram do século XVII mostram uma cozinha altamente condimentada, principalmente devido a um uso indiscriminado de especiarias. Da mesma forma, as cozinhas da Inglaterra, Península Ibérica e Itália caracterizavam-se pelo uso dos mesmos condimentos (Marques da Silva, 2014). A alta cozinha nasceu a partir de dois acontecimentos aparentemente não relacionados (Beaugé, 2012) que serão referidos em seguida.

O primeiro relaciona-se com a situação sócio-política durante o reinado de Luís XIV (1643-1715), considerado um dos monarcas mais absolutistas da história da Europa. Após uma etapa de convulsão por guerras civis e internacionais, as relações entre a coroa e a nobreza eram tensas e conflituosas (Elias, 1969; Mennell, 1987). O rei adoptou uma série de medidas políticas e logísticas para diminuir o poder desta classe social, entre elas, a deslocação dos altos cargos de Paris (onde reinavam o caos e as revoltas populares) para o palácio de Versalhes, na altura capital do império. Desta forma, adoptando uma atitude paternalista, o monarca conseguia manter o controlo durante todo o ano, e assim evitar insurreições e confrontos resultantes do descontentamento com a sua governação.

A nobreza ganhava uma série de privilégios, em forma de isenções económicas, pensões, ou através de extravagantes festas e cerimónias que o rei lhes oferecia na corte, onde a comida, de facto, não escasseava (Figura 1). Foi através destes eventos que a cozinha se começou a elitizar e a ganhar uma dimensão mais sofisticada e prestigiada (Beaugé, 2012).



Figura 1 - Banquete nobre durante o séc. XVI.

O segundo acontecimento decisivo para permitir satisfazer as demandas da aristocracia no que à culinária se refere, foi a publicação do livro “*Le Cuisinier François*” (Lyon, 1651), por François Pierre de La Varenne (Figura 2). Foi o primeiro livro de cozinha francesa em muitas décadas, considerado a linha divisória entre a cozinha medieval e a cozinha moderna (Beaugé, 2012).

O trabalho de La Varenne permitiu entender que em diversas receitas existiam sequências idênticas, e o isolamento delas permitia a construção das raízes ou das bases das receitas. Pode-se considerar o início do “Sistema Modular”, posteriormente instaurado na Europa Ocidental (Fink, 1995).

No livro, o autor propõe a substituição das fortes especiarias por plantas aromáticas endógenas, assim como um maior interesse em vegetais; também recomenda a utilização de molhos grossos ricos em aromas, em substituição daqueles mais ácidos e intensos; para isso, propõe o preparo do *Roux*¹ para engrossar líquidos, em

¹ Nome que designa uma mistura de farinha e manteiga sujeita a tratamento térmico, com o fim de engrossar caldos.

substituição das recorrentes migalhas de pão. Também aparecem pela primeira vez receitas como o molho *Béchamel*² ou molho *Hollandaise*³; e técnicas inovadoras na altura, como a utilização da clara do ovo para clarificação de caldos (La Varenne, 1651).

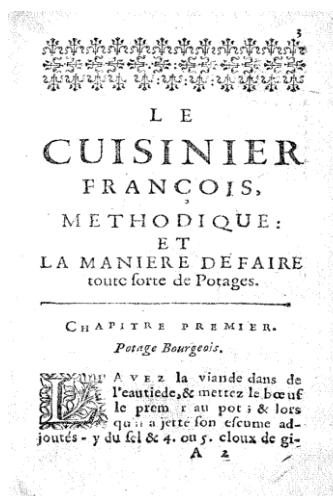


Figura 2 - Capa de “Le Cuisinier François”.

O trabalho de La Varenne permitiu uma surpreendente mudança na dieta dos franceses no final da Renascença, e abriu as portas da originalidade. Enraizou o conceito de cozinha nacional, que até à altura só existia na Itália. Por outro lado, foi um dos primeiros cozinheiros do mundo a atingir uma relevância significativa (Sabban and Serventi, 1998).

1.3 O SÉCULO XVIII E A TÉCNICA DE CARÊME

Durante a primeira metade do século XVIII os discípulos de La Varenne seguiram os seus passos, fortalecendo os princípios e aperfeiçoando o sistema modular (Wheaton, 1984). No entanto, a controvérsia entre eles era frequente, no que à “propriedade intelectual” se refere, acusando-se uns aos outros de plágio.

A “nova cozinha”, considerada assim pelos intelectuais e cozinheiros, era caracterizada por uma simplificação radical dos antigos dogmas e pela adoção duma abordagem científica, graças às descobertas no campo da fisiologia da digestão, da nutrição e da dietética (Beaugé, 2012). Entre outras celebridades da época, pode-se destacar a figura do cozinheiro, cientista e político Brillat Savarin, e a sua obra-prima, “*Physiologie du gout*” (Fig.3).

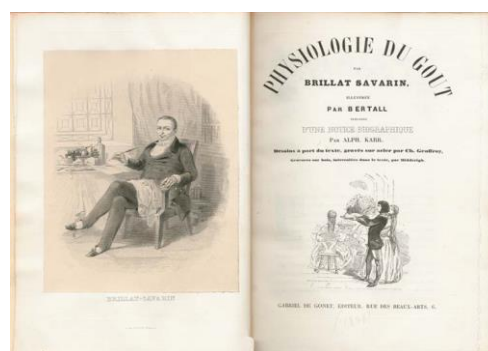


Figura 3 - A Fisiologia do Gosto. Brillat Savarin.

² Molho clássico da cozinha francesa baseado no engrossamento de leite aromatizado através do *roux*.

³ Molho baseado na emulsão quente de manteiga clarificada, gemas de ovo, e temperos, tais como sumo de limão, redução de vinho branco, extratos de carne e, por vezes, algum ingrediente picante.

Com a morte de Louis XIV no ano de 1715 a aristocracia é libertada por si mesma da carga que impunha o estrito protocolo, e a sociedade inteira desliga-se da excessiva formalidade. Os anos compreendidos entre 1730 e 1750 foram ricos em publicações sem precedentes, em que todas elas, nos seus títulos ou prefácios, proclamavam a modernidade e a inovação. Exemplos disso podem ser “*Nouveau traité de la cuisine*” (1737) e “*La cuisinière bourgeoise*”(1746) ambos escritos por Menon, ou “*Le Cuisinier moderne*” por La Chapelle, este último constituído por cinco volumes diferenciados (Girard, 1977).

A atenção mediática começava a destacar a questão da vida luxuosa das classes privilegiadas, em contraste com os movimentos sociais das classes médias, facto que resultou numa simplificação, expansão e democratização da alta cozinha. O *roux* é um excelente exemplo disso. Esta preparação contribuiu para deslocar os molhos mais puros e elitistas, comumente denominados na literatura como “quintessências” ou “restaurantes⁴” e que não eram utilizados nas cozinhas populares. Por outro lado, abriu a porta à multiplicação de molhos e permitiu a geração de uma grande quantidade deles, outorgando à cozinha clássica francesa essa característica (Beaugé, 2012).

As novas correntes de pensamento e a decadência do absolutismo deram lugar à chegada da revolução francesa, mas não acabaram com o apetite pela inovação. Na segunda metade do século, os restaurantes já categorizados como instituições, iriam sofrer um crescimento notável. Grimod de La Reynière, advogado, escritor e gastrónomo, criou pela primeira vez um espaço jornalístico focado na crítica aos restaurantes, e em poucos anos, desenvolveu-se a imprensa gastronómica (Beaugé, 2012).

Após a morte de La Reynière, Marie Antoine Carême (1783-1833) (Figura 4) iria tornar-se o mais destacado autor e chefe de cozinha da Europa, iniciando a publicação de trabalhos fundamentais, que instauraram regras de cozinha imutáveis até ao fim do século, e inclusive até hoje. O sistema instituído por Carême e divulgado pelo seu trabalho teve um importante impacto: perceber a cozinha como inteiramente combinatória permitiu a simplificação do trabalho envolvido, projetando o movimento iniciado por La Varenne 150 anos atrás, até ao seu limite (France & Vitaux, 2008).

Neste sistema, um prato é sempre composto por três elementos: o ingrediente principal (normalmente carne ou peixe, mas também eventualmente um vegetal ou um molho base), a sua guarnição ou acompanhamento e, para finalizar, o molho. Este último era concebido seguindo o mesmo princípio, com poucas exceções, tratava-se de um molho base elaborado a partir de um *roux*, aromatizado com um extrato relacionado com o ingrediente principal, e um adorno sólido, ou *garnish*. Estes três elementos podiam variar de forma independente (Beaugé, 2012). Além disso, alguns elementos podiam ser preparados com antecedência e finalizados no último minuto, dando origem à *mise en place*. Cozinhar tornou-se uma espécie de jogo de construção pouco limitado e simplificado. Carême deu ao restaurante os meios técnicos de que precisava para evoluir. Além disso, foi defensor de uma higiene mais rigorosa nas cozinhas dos restaurantes; da presença duma componente estética nas apresentações de pratos; da utilização de ingredientes de qualidade; e por último, da prestação de um bom serviço. (Myhrvold *et al.*, 2011).

⁴ A propósito disto, a palavra restaurante, comumente utilizada para referir alimentos ou preparações “restaurantes de forças”, deu nome à instituição criada no ano 1763.



Figura 4 - Marie Antoine Carême.

Isto incentivou a tendência simplificativa que já se vinha praticando desde o século anterior, cujas consequências no que à perda de essência e identidade se refere, eram criticadas por grande parte da sociedade civil (Beaugé, 2012).

1.4 O SÉCULO XIX E O TAYLORISMO DE ESCOFFIER

Durante os século XVIII o Antigo Regime/Absolutismo entrou em decadência, devido principalmente à aparição de um movimento erudito, conhecido por ilustração ou iluminismo. Essa corrente de pensamento, baseada no poder da razão, defendia ideais do liberalismo: criação de uma instituição gestora subordinada a uma carta magna, ou constituição; o fim do intervencionismo, tanto político como económico; a democracia e o voto universal (masculino); ou seja, valores completamente antagónicos ao absolutismo. Além disso, a Revolução Industrial impulsionou a burguesia para uma posição social mais elevada, e esta começou logo a reivindicar os seus interesses ao governo. É neste século que a indústria alimentar aparece, facto muito destacado na cronologia da gastronomia moderna (Schwanitz, 1999).

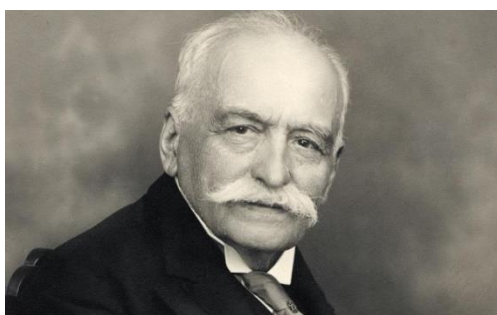
Neste contexto, a França vai viver a maior revolução política e social da história, facto que marca o início da Idade Moderna: a Revolução Francesa. Entre muitos outros motivos, o desejo de mudança alimentava-se da exasperação do terceiro estado (o povo) (Figura 5). Empobrecidos pelas crises agrícolas, pela subida dos preços dos alimentos - em particular dos cereais e do pão - e pelo incremento continuo de impostos, os camponeses começaram as revoltas populares em 1789, e após dez anos, a revolução chegaria ao fim com o golpe de estado de Napoleão Bonaparte em 1799 (Schwanitz, 1999).



Figura 5 - Representação do terceiro estado.

É na segunda metade do século XIX que a figura de Georges Auguste Escoffier (1846-1935) começa a ganhar o prestígio que o tornará um dos cozinheiros mais conhecidos no mundo. Escoffier (Figura 6) finalizou o trabalho criado pelos seus predecessores, dando ordem e racionalização às brigadas, e adotando uma abordagem taylorista⁵ na reforma das metodologias de trabalho: especialização das equipas, sua divisão em “*parties*” (partidas), distribuição das tarefas e funções nas diferentes partidas, organização piramidal e hierárquica, etc. (James, 2008). Em paralelo, apostou numa gestão mais rigorosa e económica dos restaurantes, uma progressiva substituição do supérfluo pelo essencialmente prático, e um maior controlo do tempo na cozinha.

A importância de Escoffier também resulta da criação e do estabelecimento de receitas que se tornariam inabaláveis paradigmas da gastronomia francesa até, pelo menos, à segunda metade do século XX. Entre os seus vários livros, o mais prestigiado sobre a cozinha clássica francesa é “*Le Guide Culinaire*” (Escoffier, 2001).



Além disso, Escoffier estava familiarizado com as consequências das alterações na vida diária, graças particularmente ao forte progresso da ciência e da indústria durante este período. Assim, defendeu uma postura progressista sobre a evolução da cozinha e a adaptação aos ritmos modernos (Beaugé, 2012).

Figura 6 - August Escoffier.

Se a revolução dos transportes permitiu o progresso durante o século XIX, a chegada do automóvel acabou por revolucionar a sociedade; ligou o campo e a cidade, e permitiu difusão de diferentes estilos de cozinha, produtos, e cultura gastronómica entre regiões e países. Além disso, em 1900 foi criado o famoso *Guide Michelin*, onde se recolhia informação sobre os mais prestigiados restaurantes, o qual era oferecido aquando da compra de pneumáticos (Bertho-Lavenir, 1999).

1.5 O SÉCULO XX E A NOUVELLE CUISINE

Na primeira metade do século a cozinha francesa diversificou-se em duas correntes. O movimento *avant-grade* ou “progressista”, em sintonia com a imprensa da época, que evocava o exotismo e defendia uma tendência globalizadora da cozinha (Berghaus, 2001). A outra vertente, mais conservadora, apoiava-se no regionalismo, e procurava a essência nas raízes e na terra. As duas grandes guerras e os tempos difíceis que a estas se seguiram estancaram qualquer impulso de inovação, pois, entre outros fatores, o poder aquisitivo da sociedade tinha sido consideravelmente reduzido. Se os restaurantes não estavam dispostos a fechar, apenas uma cozinha simples e económica poderia sobreviver; assim, as cozinhas regionais ganharam terreno sobre aquelas mais progressistas, que permaneceram latentes fora do panorama gastronómico (Beaugé, 2012).

⁵ O taylorismo caracteriza-se pela racionalização do trabalho, fazendo ênfase na divisão de funções dos trabalhadores, e objetivando o aumento da eficiência ao nível operacional. É considerado uma das vertentes na perspectiva administrativa clássica.

No entanto, um acontecimento marcaria a cozinha ainda na primeira metade do século XX: o advento do frio artificial. Com isso, os chefs poderiam fazer uso dos produtos frescos e livrar-se, progressivamente, das amarras das salgas e fortes marinadas (Rambourg, 2011).

Na segunda metade do século ocorreu uma mudança radical no seio da alta cozinha. Um dos precursores deste movimento, inspirado pelo progressismo extinto de inícios do século, foi o chef Raymond Oliver (1909-1990). Através da publicação em 1955 do livro “*Art et Magie de la Cuisine*” pretendia manifestar que a cozinha não era estática e precisava ser libertada. (Rambourg, 2011). No entanto, a verdadeira revolução (francesa) gastronómica dar-se-ia a partir dos anos 1960, consubstanciada em torno a dois críticos gastronómicos Henri Gault e Christian Millau. No final do ano de 1973, materializaram os princípios norteadores de um conjunto de ideias e práticas que vinham revolucionando o panorama gastronómico da França, ao publicarem o artigo “*Vive la Nouvelle Cuisine*” (Steinberger, 2009).

Nele, defendiam a preservação das características intrínsecas dos alimentos nas elaborações, através da frescura, da redução dos tempos de cozedura, da menor condimentação, e do acompanhamento com molhos mais leves. No empratamento ou *mise-en-scene*, o minimalismo japonês serviu de principal inspiração (Freire, 2011), e o serviço passava a ser em prato individual, em detrimento da travessa. Deste modo, a decoração e a arte visual passavam a ser um elemento sensorial diferenciador (Figura 7).



Figura 7 - Exemplo dos ideais da Nouvelle Cuisine.

Quanto às novas tecnologias, os novos cozinheiros dever-se-iam mostrar curiosos relativamente às técnicas de vanguarda e utilizar instrumentos como “assadores automáticos, batedeiras, sorveteiras, trituradores ou descascadores” (Rambourg, 2011). Não pode ser esquecido o papel de George Pralus, que introduziu a cozinha *Sous-vide*⁶ em França no final dos anos 1970 (Marques da Silva, 2014). Como resultado, este movimento libertou os chefes e permitiu uma grande ousadia, já que pela primeira vez começavam as interpretações pessoais e adaptações das receitas clássicas. A gastronomia, enfim, abria-se, incorporando as aquisições da ciência e da tecnologia que tão rapidamente haviam crescido ao longo do século XX (Moura, 2011).

Entretanto, as raízes do surgimento, sucesso e triunfo da *Nouvelle Cuisine*, podem ser relacionadas com as características de uma nova sociedade que se configurava marcada pela individualidade, cada vez mais, exacerbada; pela sofreguidão por novas tecnologias; pela dificuldade em lidar com a tradição, concomitantemente com a busca pela novidade a qualquer custo; e, por fim, pela preocupação com a estética corporal, muitas vezes camuflada sob a aparência do cuidado com a saúde. “A renovação culinária foi bem real: vivemos sob seus princípios” (Rambourg, 2011).

⁶ Técnica culinária que consiste em cozer alimentos a temperaturas mais baixas do que o normal, em sacos fechados a vácuo.

2. CAMINHO DO FUTURO

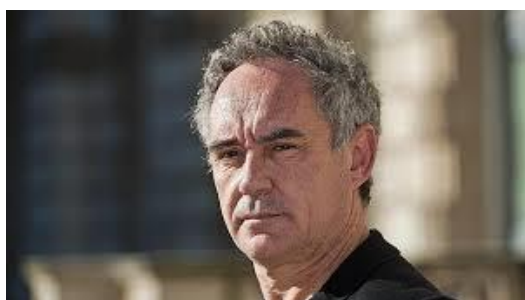
2.1 O SÉCULO XXI E A ÚLTIMA REVOLUÇÃO CULINÁRIA GLOBAL

A revolução culinária que surge desde a *Nouvelle Cuisine* deixaria transformações permanentes na culinária francesa, onde toda uma geração de chefs ilustres vai pôr em prática as premissas da “nova cozinha”. Três estilos de cozinha são dignos de menção: o “Conceptualismo” de Jacques Maximin, o “Mediterranismo” de Alain Ducasse e o “Naturalismo” de Michel Bras (Figura 8).



Figura 8 - Esquerda: exemplo do Naturalismo de M. Bras; direita: exemplo do Conceptualismo de J. Maximin.

No entanto, foi o trabalho de um cozinheiro espanhol, Ferran Adrià, que deu à cozinha espanhola o relevo relativamente à excelência francesa. Defensor da liberdade no processo criativo, este cozinheiro foi extremamente inovador na aproximação ao acto de cozinhar, assim como na forma de abordar uma refeição (Adrià, 1998; Svejenova et al., 2007).



O seu trabalho apoiou-se na introdução massiva de novas tecnologias – muitas delas pertencentes ao ramo da tecnologia alimentar – que permitiram o desenvolvimento de novas técnicas sustentadoras da criatividade. Assim, Adrià trabalhou com grandes equipas de cozinheiros, procedentes de todo o mundo, internacionalizando o seu discurso (Opazo, 2012).

Figura 9 - Ferran Adrià.

Atualizando o trabalho dos seus antecessores (especialmente de Carême e Escoffier), Ferran e a sua equipa transformaram produtos culinários em produtos intelectuais através de, entre outros fatores, a documentação metódica das técnicas e preparações do restaurante El Bulli. Ao fazê-lo, desencadearam mudanças na forma do discurso culinário, que contribuíram fortemente – mas não exclusivamente – na consolidação de um novo movimento culinário "experimental" (Opazo, 2012).

Este movimento foi definido pelo escritor Pau Arenós como cozinha *tecno-emocional*, cujo objetivo é criar emoções no acto de comer – processo suportado pelo uso de novas tecnologias – prestando atenção aos cinco sentidos, e expressando gratidão e respeito pela tradição (Hamilton e Todolí, 2009).

No entanto, a partir da polémica gerada em torno do uso de aditivos alimentares, apareceu uma nova linha dentro do conceito: a cozinha do *terroir*. Defende o uso de produtos regionais, ecológicos, ou obtidos diretamente da natureza por extração (Marques da Silva, 2014).

A influência desta nova corrente incentivou as novas gerações de cozinheiros não só a reproduzir os princípios em que se baseia, como a praticar uma cozinha personalisada. A originalidade e personalidade não depende tanto dos objetos culinários, mas essencialmente dos sujeitos”. Partindo deste princípio, os cozinheiros devem procurar distinguir-se do comum (Arenós, 2014).

2.2 INOVAÇÃO – DISCURSO CULINÁRIO E COMUNICAÇÃO

O desenvolvimento do discurso culinário e a divulgação do mesmo para a sociedade são dois eixos fundamentais na difusão, reconhecimento e institucionalização de inovações culinárias (Opazo, 2012). A literatura académica recolhe uma vasta gama de definições sobre a inovação. Segundo Van de Vem (1986), da Universidade de Minnesota, a inovação pode ser definida como: “O desenvolvimento e implementação de novas ideias por pessoas que ao longo do tempo se envolvem em transações com outras pessoas dentro de um contexto institucional”. Esta conceptualização é importante, pois a inovação é vista como um processo prático-criativo, coletivo, espacial e temporal.

A gastronomia francesa mostra vários exemplos de discurso culinário elaborado, racional e objetivo, que conseguiu ultrapassar fronteiras e deixar marcas no âmbito da gastronomia mundial (Ferguson, 1998). A formalização de um discurso através de textos escritos, tornou possível a transformação de produtos culinários, efémeros na natureza – um ingrediente, uma técnica, inclusive um sabor – em produtos intelectuais; podendo, posteriormente, ser retirados do seu contexto imediato de uso e passarem a ser duráveis no tempo. A partir desta rede de conhecimento surgem reinterpretações e novas leituras, deixando um espaço à criatividade e à inovação (Ferguson, 2004).

Por outro lado, a elevada presença dos cozinheiros nos meios de comunicação – devido ao interesse que a área suscita na sociedade atual – garante a sua visibilidade. No entanto, crescer com base em títulos jornalísticos não é recomendável, e é seu dever deles desenvolver conteúdos que contribuam para a sua especialidade. Em poucas palavras, experiência, estudo, trabalho e conhecimento, garantem o futuro a partir de uma ideia clara (Arenós, 2014).

A edição de guias, como o *Michelin Rouge* ou o *Gault et Millau*, ou de listagens e *rankings* elaborados por publicações como o *World’s 50 Best Restaurants* da revista *Restaurant*, disponibilizam uma avaliação externa permanente da qual resulta uma classificação. Embora estas listagens façam referência especificamente aos restaurantes – as estrelas *Michelin* são atribuídas ao estabelecimento – e não fazem referência concreta ao *chef*, o seu papel é preponderante na avaliação que é feita. A relevância individual do *chef* está associada à sua capacidade criativa, à sua forma de trabalhar e ao seu sucesso (Hamilton e Todolí, 2009).

Como já referido, muitos foram os chefes que decidiram seguir o caminho da corrente *tecno-emocional*, cada um dentro do seu estilo e linha. Muitos deles passaram pela cozinha do El Bulli, e outros (veteranos ou emergentes), simplesmente deixaram-se influenciar e reinventaram a sua cozinha. Alguns deles apresentam-se na seguinte figura, a modo de quadro hierárquico-cronológico:

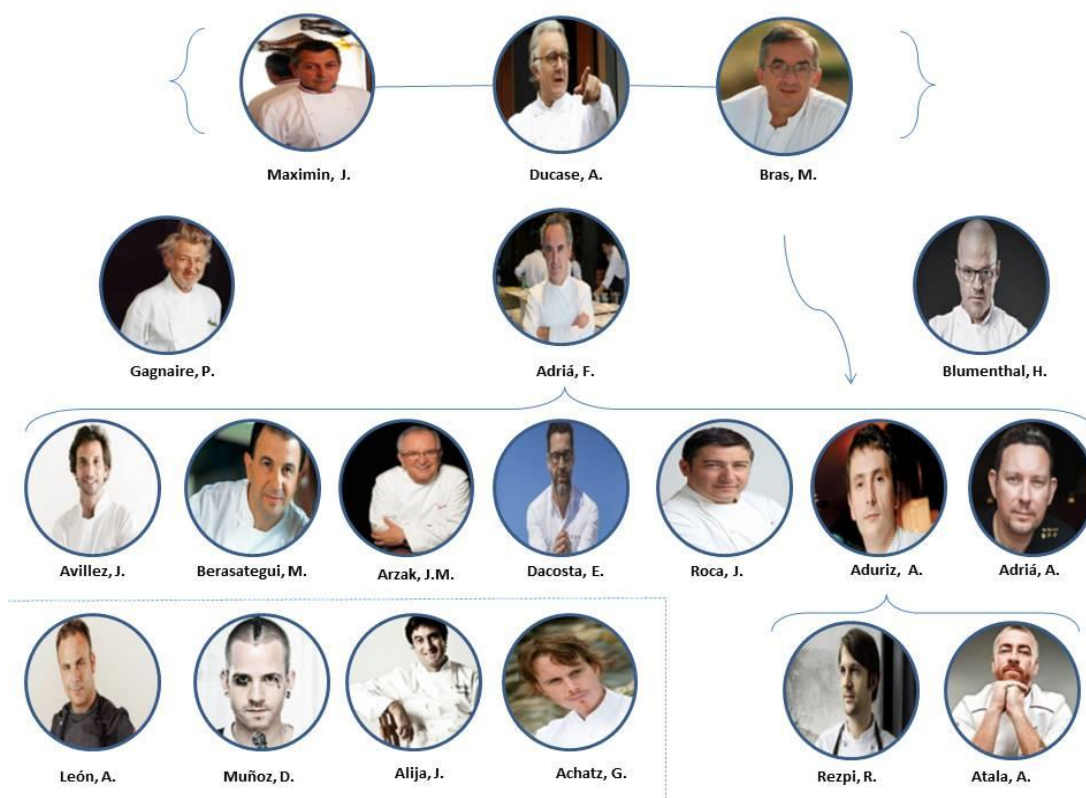


Figura 10 - Representação hierárquica dos chefes que marcam o caminho da inovação nos nossos dias. Embora as influências sejam mais complexas do que esta apresentada na figura, pode-se dizer que o primeiro nível (Maximin, Ducasse e Bras) influencia ao segundo nível (Gagnaire, Adriá, Blumenthal) e sucessivamente.

2.3 PROCESSO CRIATIVO EM COZINHA E SUA METODOLOGIA

Os estudos académicos sobre criatividade na alta cozinha começam a aparecer no início do século XXI (Ottensbacher e Harrington, 2007; Svejenova, Mazza e Panellas, 2007; Stierand, Dörfler e MacBryde, 2009; Jessen, 2011). Stierand, Dörfler e MacBryde (2009) sugerem que a criatividade da alta cozinha só pode ser entendida a partir de uma abordagem sistémica⁷, e que o processo criativo é norteado pela existência de uma questão ou problema indefinido (formulado livremente ou em abstracto) e que só se concretiza como inovação quando se transforma num novo valor, aceite pelo domínio (sistema cultural) e pelo campo de trabalho (os seus pares).

⁷ Metodologia que busca conjugar conceitos de diversas ciências a respeito de determinado objeto de pesquisa.

Assim, o processo criativo resulta de uma interação entre o indivíduo e o contexto sócio-cultural, e pode ser despoletada por inúmeros estímulos. Como resultado da produção de ideias novas, a criatividade acontece a partir de um conjunto de procedimentos pouco estruturados, que é mais um modo de pensamento que um processo ordenado e sequencial (Stierand, Dörfler e MacBryde, 2009).

Uma aproximação filosófica das ciências sociais e experimentais permite uma interpretação do papel da arte e da ciência na gastronomia (Baltz and Boisseau, 2012). Da mesma forma, as reflexões sobre o processo criativo na alta cozinha moderna, ajudam a contextualizar a ciência dos alimentos na gastronomia (Goldfarb, 2014). A Tabela 1 apresenta cinco abstrações sobre as bases da criatividade em cozinha.

Tabela 1 - Cinco abstrações sobre a criatividade em cozinha (Goldfarb, 2014; Murakami, 1988; Rainer, 1993).

Ingrediente	O papel do ingrediente é fundamental. Sem ingredientes principais da mais alta qualidade, a criatividade não tem um ponto de partida significativo.
Técnica	A técnica é um elemento "multiplicador" da criatividade, na medida em que proporciona diferentes formas de confeccionar ou desfrutar os alimentos. Da mesma forma, a criação de uma nova técnica é um multiplicador pessoal da criatividade, que pode ser considerada propriedade intelectual.
Filosofia	É uma ponte entre a ciência e a arte, mas também é fundamental na elaboração do discurso culinário e na diferenciação conceptual entre <i>chefs</i> . Por exemplo, a ideia de manipular os alimentos com integridade e respeito é, de facto, uma construção filosófica, e a sua aplicação exige a coerência e rigor.
Amor	No sentido literal e figurado, aparece como ingrediente fundamental na culinária; daí a expressão "foi preparado com amor". Em poucas palavras, o amor pela cozinha é um elemento assegurador da iniciativa criativa, garantindo um envolvimento profundo e pessoal durante o processo.
Solidão	O nível final evolui a partir do amor, na definição de Rainer M. Rilke que o descreve como " <i>A força que faz com que duas almas solitárias interatuem e caminhem em paralelo</i> ". Assim, a solidão permite o pensamento reflexivo individual, o que dá lugar a conclusões construtivas e, portanto, criativas.

As seguintes sobremesas – criadas pelo *chef* franco-americano Chris Salans para o restaurante Jalan Sanggingan, em Bali, Indonésia – são apresentadas de modo a ilustrar, na prática, os cinco níveis anteriormente apresentados (**Figuras 11 e 12**). Para a elaboração das mesmas foram utilizadas algumas das técnicas vanguardistas nas quais se apoia o movimento de *cozinha tecno-emocional* (Goldfarb, 2014).



Figura 11 - “Skinny Blanquette Aereal”.

Ingrediente: Flor de gengibre.

Técnica: Espuma, Congelação.

Filosofia: Com o tempo, a ansiedade pode ser transformada em calma.

Amor / Solidão: A sobremesa em si é uma meditação sobre os dois conceitos.

Ingredientes: Coco verde - Coco maduro.

Técnica: Géis fluidos – Desidratação - Espumas.

Filosofia: A humildade e a auto aceitação como indicadores de crescimento pessoal.

Amor / Solidão: O conforto num coletivo radica na sensação de proteção, de lar.



Figura 12 - “Loneliness spaceship”.

Com os dois exemplos anteriores pode-se destacar uma mensagem subjacente: “As emoções que se pretendem evocar através da cozinha podem ser intensificadas utilizando o conhecimento científico, a arte e a filosofia” (Goldfarb, 2014).

3. CIÊNCIA & COZINHA

3.1 INTRODUÇÃO

A utilização do método científico para compreender as propriedades dos alimentos e os fenómenos que ocorrem nos processos culinários data já de há alguns séculos. A ciência dos alimentos clássica desenvolveu-se inicialmente associada à cozinha, e vários cientistas dedicaram uma parte do seu trabalho de investigação na melhor compreensão dos fenómenos culinários. Na Tabela 2 aparecem destacados alguns cientistas que deram importantes contribuições para a área alimentar durante os séculos XVIII e XIX.

Tabela 2 - Exemplos de cientistas dos séculos XVIII e XIX que contribuíram para o estudo dos alimentos. (This, 2006^a; ; Papin, 1681; Rumford, 1969; Brillat Savarin, 1999; McGree, 1990; This, 2006b).

Denis Papin	1647 - 1712	Físico francês. Atribui-se-lhe, em 1679, a autoria do primeiro texto sobre ciência e cozinha, onde descreve a invenção da panela de pressão.
Antoine Lavoisier	1743 - 1794	Químico francês. Realizou estudos sobre a qualidade de caldos de carne em função do processo de elaboração dos mesmos.
Benjamin Thompson	1753 - 1814	Físico anglo-americano. Especializado em termodinâmica, trabalhou no desenvolvimento de fogões e equipamento culinário.
Brillat Savarin	1755 - 1826	Advogado francês. Realizou extensas investigações sobre fisiologia e medicina. A sua obra principal: " <i>A fisiologia do gosto</i> ".
Justus von Liebig	1803 - 1873	Químico alemão. Trabalhou com extratos de carne, os quais começou a produzir à escala industrial, originando os cubos concentrados atuais.
Louis Pasteur	1822 - 1895	Biólogo francês. Realizou importantes investigações no campo da microbiologia alimentar, fundamentando a área até aos dias de hoje.

Com o surgimento da revolução industrial no século XIX, as ciências alimentares focaram-se quase exclusivamente na indústria alimentar, enquanto os fenómenos que ocorrem nos processos culinários foram ignorados (This 2007c). As aplicações principais das ciências dos alimentos têm sido fornecer alimentos seguros e nutritivos para a população, da maneira mais eficiente e económica possível (Roudot 2004).

No entanto, é de extrema importância destacar o trabalho de vários cientistas e académicos que, durante o século XX, começaram a estudar os fenómenos culinários e as propriedades dos alimentos. Eles serão os progenitores de um novo ramo das ciências alimentares, interessado nas preparações culinárias em pequena escala, surgido no final do século (Figura 13).



No final dos anos 60, **Nicolas Kurti** - físico húngaro - proferiu a famosa frase: “*É uma triste constatação da nossa civilização, o facto de medirmos a temperatura na atmosfera do planeta Vénus e não sabermos o que acontece nos nossos soufflés*” (Kurti, 1997). Pouco tempo depois, ele e Hervé This demonstraram que muitas técnicas culinárias usadas no quotidiano, resultantes de uma aproximação empírica ao longo de séculos, podem ser explicadas com base nas ciências dos alimentos e nas alterações físicas e químicas que ocorrem na sua preparação (Mata, 2009).



Nos anos de 1980, **Hervé This** – químico francês – começou a investigar provérbios culinários em Paris. Em 1986, Hervé This e Nicholas Kurti reuniram-se pela primeira vez, e começaram a colaborar e realizar trabalho experimental (This 1999). Em 1995, Hervé This concluiu um Doutoramento em “Gastronomia Física e Molecular” na Universidade de Paris, e continuou seu trabalho na área. Este investigador tem como principal objetivo avaliar o impacto e a relevância dos inumeráveis mitos e crenças recolhidos nos livros de receitas (This, 2005).



Em 1980, **Harold McGee** – escritor americano – percebeu que os cientistas tinham esquecido a cozinha (McGee 2008b). Como resultado dos seus estudos, em 1984 publicou “*On food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen*” – revisto por Nicholas Kurti –, tornou-se uma referência mundial para cozinheiros, devido à sua linguagem simplificada e pouco técnica. Em 1990, publicou “*The Curious Cook*”, que aprofunda numa vasta quantidade de técnicas de cozinha tradicionais e aproxima dos cozinheiros do método científico.



Em 1988 **Elisabeth Cawdry Thomas** – prof. de culinária americana – acompanhou o seu marido (físico) a um encontro no *Centro para a Cultura Científica Ettore Majorana*, na Sicília, Itália. Ali, Elizabeth Thomas e o prof. Ugo Valdré da Universidade de Bolonha, concordaram que a ciência por trás da cozinha era um assunto merecedor de mais atenção. Ela prosseguiu com a ideia de organizar um *workshop* sobre o assunto, contactou com Nicholas Kurti para ele ser o organizador, e em 1992 decorreu o primeiro encontro (Thomas 2007).

Figura 13 (a,b,c,d) - Da esquerda para a direita e de cima para baixo: N. Kurti; H.This; H.McGee; E. Crawdry.

3.2 GASTRONOMIA MOLECULAR COMO CIÊNCIA

O termo “molecular” nunca tinha sido adjetivo das palavras gastronomia, cozinha ou culinária. A primeira ocasião foi em 1992, no primeiro *workshop* internacional denominado “Gastronomia Física e Molecular”, realizado em Erice, Itália. O termo foi escolhido em analogia com a Biologia Molecular, campo científico emergente na época (McGee, 2008). Os participantes do evento não incluíam apenas cientistas, mas também chefs e escritores (Cassi, 2011) (Figura 14).

O objetivo do encontro pode ser definido com base em quatro questões principais: “1 - Em que medida é a ciência subjacente ao conhecimento culinário atual?; 2 - Os processos culinários existentes poderiam ser melhorados através de uma melhor compreensão das suas bases científicas?; 3 - Novos métodos e ingredientes poderiam melhorar a qualidade dos produtos finais, ou ser um motor para a inovação?; 4 - Os processos desenvolvidos para a indústria alimentar e da restauração em grande escala poderiam ser adaptados para as cozinhas domésticas e da restauração em pequena escala?” (Cassi, 2011).



Figura 14 - Alguns dos participantes do WorkShop sobre Gastronomia Física e Molecular em 2004 em Erice, Itália. Entre eles: “Jose Miguel Aguilera, Heston Blumenthal, Harold McGee, Hervé This, Ettore Bochia, Jorge Ruiz, Peter Barham, David Cassi, Martin Lersch, Margarida Guerreiro e Paulina Mata (Horta, 2007).

O evento foi realizado, embora com periodicidade irregular, até 2004 e teve uma nova edição, em Paris em 2014, e daí surgiu o termo *Gastronomia Molecular para denominar uma área das ciências dos alimentos dedicada ao estudo da produção culinária*. É uma ciência interdisciplinar, envolvendo a física, a química, a biologia, a bioquímica, ou a engenharia, mas também a fisiologia, a psicologia e a sociologia (Mata, 2009).

A cozinha e a ciência são diferentes atividades humanas, uma caracterizada por sua criatividade e caráter artesanal e a outra pelo seu racionalismo. Os cientistas têm paixão por descobrir como as coisas funcionam nos níveis mais fundamentais, enquanto os cozinheiros têm paixão por criar novos pratos e preparações, e comunicar através deles (Moura, 2011). Assim, estas duas classes profissionais viveram até recentemente de costas

voltadas uma para a outra, e apenas recentemente surgiram colaborações de profissionais de ambas e se começaram a compreender as potencialidades destas.

Vários dos principais restaurantes do mundo dirigidos por importantes *chefs* são exemplos de como uma abordagem sistemática da cozinha, junto com uma visão científica de ingredientes e técnicas, que levaram à criação de pratos e técnicas inovadoras com sucesso (Vega e Ubbink 2008). Muitos chefs começaram a tomar consciência de que uma intersecção entre estes “dois mundos” era possível, desejável, útil e até interessante para ambos (Cassi, 2011). Vários exemplos actuais deste tipo de colaborações são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Colaborações actuais entre cientistas e cozinheiros na Europa (Cassi, 2011).

		Cientistas	Cozinheiros/as
França		Hervé This	Pierre Gagnaire
Espanha		Raimundo Garcia del Moral	Andoni Luis Aduriz Dani Garcia
		Pere Castells	Ferran Adrià Joan Roca
Itália		Davide Cassi	Ettore Bocchia
Inglaterra		Peter Barham	Heston Blumenthal
Dinamarca		Wender L. P. Bredie	Rene Rezpi
Portugal		Nota: Paulina Mata, Conceição Loureiro Dias, Margarida Guerreiro e Catarina Prista há cerca de 10 anos iniciaram um processo de apoio e colaboração com a comunidade de chefes em Portugal.	

3.3 TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO PARA A COZINHA

Não se pode ver a cozinha como um laboratório que trabalha com substâncias de composição conhecida, mas antes como um que trabalha com sistemas e materiais compostos altamente complexos (Castells e Mans, 2011). Na cozinha encontram-se espécies químicas quase puras, tais como a água (H_2O), o cloreto de sódio ($NaCl$), o açúcar refinado ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ou o bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$); também misturas simples como

óleos e gorduras (misturas de triacilgliceróis), vinho e vinagre (dissoluções aquosas de etanol, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, e ácido acético, $\text{CH}_3\text{-COOH}$, com muitos outros componentes minoritários).

Outras substâncias aparentemente simples, ainda que sem fazer parte de estruturas anatómicas ou celulares, envolvem grande complexidade. É o caso dos sistemas dispersos ou dispersões coloidais, como o leite (sistema trifásico onde coabitam açúcares em solução, gordura em emulsão e proteínas em dispersão), ou a clara de ovo (McGee, 2011). Na cozinha também se trabalha com produtos resultantes da trituração e moagem de certas partes de plantas, tais como farinhas, amidos ou especiarias em pó, cuja caracterização química é frequentemente complexa (Figura 15).

Mas a maioria dos alimentos corresponde a organismos inteiros (um sardinha, um rabanete) ou às suas partes (uma perna de cordeiro, uma flor de courgette...), estruturados com base em órgãos, tecidos e células. Finalmente, na cozinha encontramos também objetos inexistentes na natureza, produzidos tecnologicamente a partir dos produtos anteriormente citados, como os esparguetes ou o chocolate.



Figura 15 - Aspecto de uma cozinha moderna totalmente equipada (Myhrvold, Bilet e Young, 2011).

A química permite a análise de moléculas biológicas constitutivas dum conjunto, mas no caso dos alimentos, esta está longe de ser completamente conhecida. A biologia molecular descreve as estruturas biológicas dos alimentos, em grande parte responsáveis por seu comportamento culinário; da mesma forma, a engenharia estuda o impacto das propriedades intrínsecas derivadas da estrutura, e não da composição molecular (Aguilera, 2012).

Nas últimas décadas, tem havido um grande interesse na compreensão da formação e estabilidade das estruturas alimentares, do ponto de vista de ciência dos materiais (Donald, 2004). Os avanços neste sentido têm sido favorecidos pela disponibilidade de potentes microscópios e técnicas de análise que permitem adquirir informação sobre a mobilidade molecular e as propriedades mecânicas e reológicas (Figura 16).

Por microestrutura dum alimento pode-se entender a distribuição espacial e as interações dos elementos identificáveis em um alimento, cujo tamanho seja <100 mm (Aguilera e Stanley, 1999). A estas dimensões, as

moléculas podem participar na formação de emulsões, soluções poliméricas, géis viscosos e estruturas vítreas (Mezzenga et al., 2005).

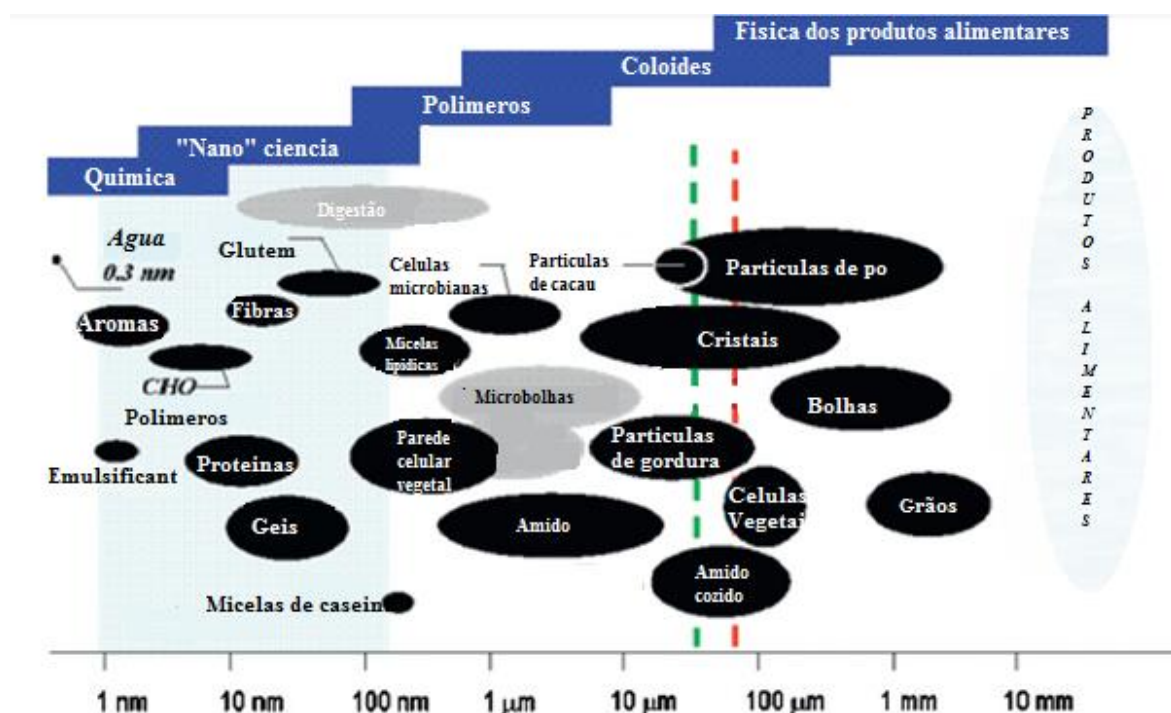


Figura 16 - Importantes elementos estruturais relacionados com os alimentos (Aguilera, 2012).

A arquitectura dos alimentos fundamenta-se no tamanho, número, distribuição, e a interação entre estes elementos, que são fundamentais para a identidade e propriedades (Aguilera, 2012). Esta visão sustenta-se em que um alimento pode ser considerado como um edifício, composto por uma estrutura continua que possui diferentes elementos arquitetónicos inseridos.

Por exemplo, as estruturas vegetais estão formadas por células coladas umas às outras graças a um gel de pectina complexo, e recobertas por uma parede de celulose; a mastigação seria equivalente a derrubar de uma parede feita por tijolos cimentados. O caso do *soufflé*, a diminuição de volume após a remoção do forno, é explicada pela lei dos gases: quanto a temperatura é reduzida, a pressão do ar diminui e condensa o vapor de água, assim, o volume começa a diminuir (Fig. 17).



Figura 17 - Representação do processo de cozimento de um *soufflé*.

A interação físico-química de alimentos com os meios de cozimento (água, vapor, ou lípidos a temperaturas elevadas) é muito complexa e, em muitos casos, imprevisível. A desnaturação das proteínas, por exemplo, ocorre num intervalo de temperatura que depende do tipo de proteína e da natureza do meio.

As reações químicas como caramelizações ou reações de Maillard, entre açúcares redutores e aminoácidos, geram novas moléculas que conferem cor, aroma e sabor aos produtos, mas são processos altamente complexos e de difícil seguimento (Castells e Mans, 2011).

Além disso, os processos culinários, à exceção das micro-ondas, aquecem do exterior para o interior da peça. Isto cria um perfil de temperaturas, e um gradiente de concentrações, que vão depender da temperatura e natureza do meio exterior envolvente, da potência de aquecimento, do tamanho e geometria do alimento, e de como mudam as propriedades físicas e químicas (condutividade térmica, entre outras) ao alterar-se a composição. Na Figura 18 encontram-se as operações mais habituais nas cozinhas domésticas e dos restaurantes, em função da temperatura e da pressão de operação.

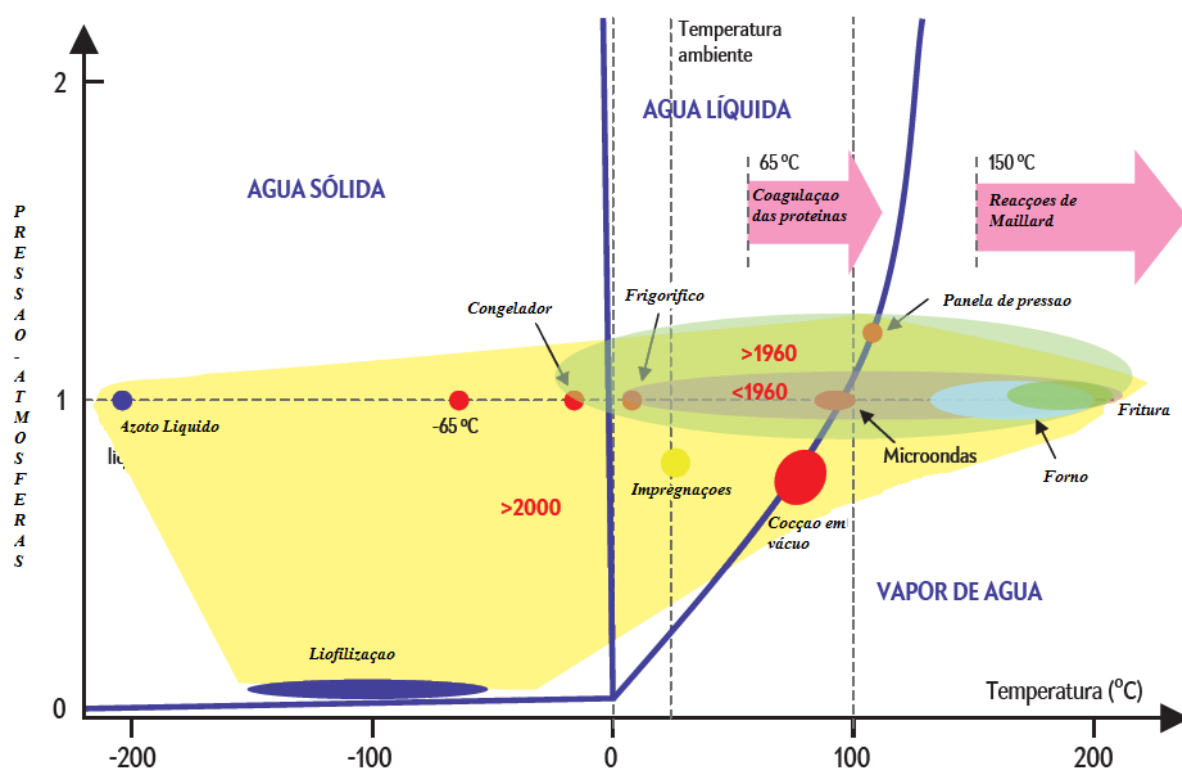


Figura 18 - Diagrama de processos culinários em função da temperatura e da pressão (Castells & Mans, 2011).

Aparece refletida também a sua evolução ao longo dos anos. As operações como a fervura à pressão atmosférica, assados, fritura, e conservação de alimentos em ambientes frios são operações clássicas e, algumas, ocorrem desde há milhares de anos. A partir de 1960 foram introduzidas técnicas como a congelação, a panela de pressão e posteriormente o forno micro-ondas (Castells e Mans, 2011).

Recentemente têm-se desenvolvido operações culinárias que ainda não chegaram massivamente a restaurantes e domicílios – e algumas nunca o chegarão a fazer – mas que cada dia são mais usados em todo o

mundo. Em particular, operações como a cozinha a vácuo; cocções a baixa temperatura e pressão, e impregnações. Também vão aparecendo processos de criogenização, através da utilização de gelo seco (-78° C) e azoto líquido (-196° C), e a liofilização (Castells & Mans, 2011). Na Tabela 4 enumeram-se algumas das mais relevantes técnicas de vanguarda em cozinha, com uma breve descrição da sua finalidade.

Tabela 4 - Técnicas culinárias utilizada na cozinha moderna.

Cozinha a baixa temperatura	Entre os 50 e 100° C ocorre a desnaturação proteica controlada sem que ocorram reações de Maillard.
Impregnação em vácuo	Com a ajuda de uma câmara de vácuo, esta técnica permite a penetração profunda de um líquido num sólido poroso.
Destilação a vácuo	Com o evaporador rotativo podem-se destilar e separar as substâncias mais voláteis de um líquido, correspondendo frequentemente aos aromas mais frescos. E ainda concentrar soluções sem recorrer ao aquecimento.
Azoto líquido	Congelação rápida de um produto, inclusive destilados alcoólicos. Permite uma apresentação performativa ao condensar o vapor de água da atmosfera e envolver o produto numa “nuvem”.
Liofilização	Desidratação de um alimento por sublimação, sem alterações de estrutura e conservando aromas e sabores.
Centrifugação	Separação em camadas das diferentes fases que possa conter uma mistura alimentar, como por exemplo um <i>puré</i> de legumes.
Desidratação	Desidratação de um alimento por corrente de ar quente.



Figura 19 - Representação de algumas técnicas de vanguarda. Da esquerda a direita: Cozinha Sous Vide (1); Destilados de plantas e especiarias obtidos mediante um evaporador rotativo (2); Produtos derivados da centrifugação de um creme, separados em fases segundo a sua densidade (3); Elaboração de um gelado com azoto líquido (4); Frutas desidratadas (5).

Para além das técnicas, existe uma quantidade considerável de novos equipamentos que foram introduzidos nas cozinhas, que facilitam o trabalho dos *chefs* e ajudam à criação de conceitos inovadores. Alguns foram desenvolvidos em base a necessidades específicas, como o sifão, os desidratadores, a *ThermoMix*®, ou a

*PacoJet*⁸. Outros foram transferidos de laboratórios de investigação científica, como o evaporador rotativo para realizar as destilações já referidas, a *Roner*⁹, o abatedor de temperatura, as câmaras de vácuo, ou as balanças de precisão.

Finalmente, nos últimos anos foram introduzidos na cozinha uma série de ingredientes menos habituais, provenientes de outras regiões e culturas, resultantes de uma redescoberta de ingredientes esquecidos ao longo do tempo, ou mesmo ingredientes usados pela indústria alimentar. Alguns destes últimos são particularmente significativos, já que foram considerados imagem de marca dos trabalhos mais vanguardistas; é o caso de texturizantes, particularmente polissacáridos, entre os quais os hidrocolóides, e emulsionantes, que atualmente desempenham um papel principal, na cozinha e na mixologia (Tabela5) (Figura 20).

A utilização de algumas destas substâncias texturizantes remonta a tempos imemoriais, dependendo da região, têm-se utilizado farinhas, amidos, gelatinas, proteínas do ovo e leite, agar-agar, ou carragenatos, entre outros. Outros são usados há décadas na indústria alimentar, mas só recentemente foram introduzidos na cozinha (alginatos, metilcelulose, gelano, goma xantana e mono e diglicéridos entre outros). Estes ingredientes permitem a produção de géis com várias aplicações (esferificações, géis fluidos, etc.) e de espumas com usos muito diferentes dos que surgem na cozinha clássica.

Tabela 5 - Alguns exemplos de polissacáridos utilizados na cozinha e a sua principal função.

Polissacárido	Principal Função
Agar	Gelificante e Espessante
Alginato	Gelificante e Espessante
Amido	Gelificante e Espessante
Pectina	Gelificante
Goma alfarroba	Espessante
Goma Guar	Espessante
Goma Xantana	Espessante
Metilcelulose	Espessante / Emulsionante
Goma Arábica	Emulsionante
Carragenina	Gelificante
Goma Gelano	Gelificante

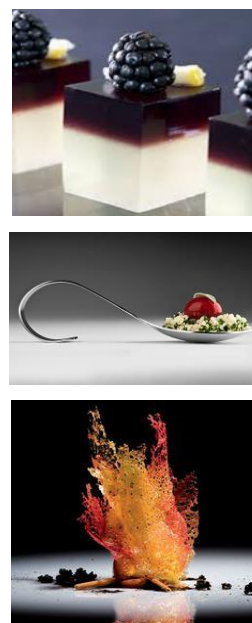


Figura 20 - Vários usos de hidrocolóides na cozinha. De cima para abaixo: cocktails gelificados (a); esferificações (b); folhas crocantes a partir da desidratação de géis (c).

⁸ Trata-se de um equipamento que permite a elaboração de gelados e sorvetes rapidamente, graças ao potente sistema de arrefecimento acoplado a uma pá tritadora giratória, que possibilita a formação de microcristais e garante uma boa textura e qualidade no produto.

⁹ Banho termostático de alta precisão.

Em 1998 o restaurante “El Bulli” começou a utilizar agar para a obtenção de géis quentes; em princípios do século XXI, Heston Blumenthal interessou-se pela goma gelano; Willy Dufresne, pela metilcelulose. No ano de 2003 novamente no “El Bulli”, surgem as técnicas de esferificação, baseadas no uso de alginato de sódio. No começo do ano de 2004 aparecem os texturizantes na cozinha, e de entre todos eles emerge a goma xantana. Este ingrediente, ao contrário do amido, pode atuar em frio (Castells e Mans, 2011).

4. TÉCNICAS ESTUDADAS NO TRABALHO EXPERIMENTAL

Nos últimos anos tem ocorrido uma transferência de conhecimento da ciência (e da indústria alimentar) para a cozinha. Isto deu suporte ao desenvolvimento de algumas técnicas não praticadas comumente na culinária tradicional, investindo-se cada vez mais no seu estudo e desenvolvimento neste contexto. No entanto, muitas delas não têm sido ainda estudadas em profundidade. No Capítulo III desta dissertação apresenta-se o trabalho experimental realizado relativamente a duas técnicas utilizadas na cozinha moderna: a Impregnação a Vácuo e o Tratamento de Vegetais com Óxido de Cálcio.

4.1 IMPREGNAÇÃO A VÁCUO

A tecnologia de alimentos depara-se frequentemente com sistemas sólido-líquido, onde têm lugar processos de transferência de matéria. Em operações onde um sólido poroso é imerso numa fase líquida e posteriormente têm lugar alterações na pressão (P) ou na temperatura (T), ocorre uma transferência de matéria dum meio para outro: o gás encerrado no interior dos poros do alimento é comprimido ou expandido, de acordo com a alteração das variáveis P, T, enquanto que o líquido externo é difundido para dentro dos poros (Anon et al., 2000).

Uma receita clássica que exemplifica este fenómeno é a *pêra bêbeda* (Figura 21), onde a fruta - um sólido poroso - é cozida num líquido, comumente vinho doce; o incremento de temperatura faz com que as bolhas de ar do interior das células dilatem, estabelecendo-se um mecanismo hidrodinâmico para o interior do sólido. No entanto, a técnica em estudo neste trabalho permite atingir produtos com características diferentes, nomeadamente maior grau de impregnação sem grandes alterações na textura.



Figura 21 - Pêra bêbeda.

Na impregnação a vácuo aplica-se uma pressão negativa ao sistema por um curto período de tempo, e mantém-se o produto imerso no líquido durante algum tempo após a pressão atmosférica ser restabelecida. Trata-se de uma técnica estritamente dependente da estrutura do alimento. A fracção porosa do tecido biológico é o parâmetro mais importante para a aplicação da técnica porque representa o espaço vazio potencialmente disponível para o fluxo da solução externa (Schorr, Valdez e Zlatev, 2012); assim, quanto maior a porosidade do produto, maior a eficácia da impregnação. Em geral, as frutas e os vegetais possuem uma fracção porosa superior em comparação com carnes, peixes e queijos, tornando-os mais adequados para o uso desta técnica.

Os tratamentos de impregnação com vácuo têm sido estudados como um método para enriquecer os alimentos com compostos funcionais, para introduzir ingredientes com o objetivo de melhorar as propriedades sensoriais, bem como para a introdução de compostos capazes de inibir as reações de degradação mais importantes ou o crescimento microbiano (Mermeilstein, 2003). Neste trabalho, o objetivo da impregnação é introduzir uma bebida numa furta, que serve como suporte físico sólido, e mudar o conceito do consumo de um cocktail, que passa a ser trincado e mastigado.

Estes tratamentos são realizados através de duas etapas sucessivas. Na primeira, os alimentos são introduzidos num saco plástico com características variáveis (dependendo da quantidade de produto), conjuntamente com o líquido de imersão, e neles é aplicada uma pressão de vácuo. Isto faz com que a pressão interna do poro seja maior do que a pressão externa, obrigando os gases internos a expandir-se e aumentar o volume (Schorr, Valdez, e Zlatev, 2012). Além disso, os líquidos e gases nativos fluem parcialmente para fora devido ao gradiente de pressão. Neste momento o mecanismo hidrodinâmico começa e o líquido externo flui parcialmente para o interior do alimento, também como consequência do gradiente de pressão.

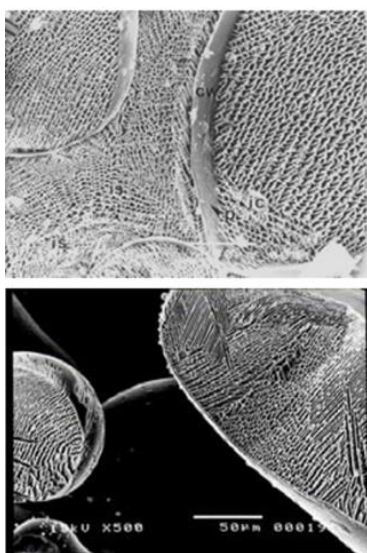


Figura 22 - Microscopia eletrônica de um tecido vegetal.

Este processo é realizado com a ajuda duma câmara de vácuo (Figura 23). Trata-se de equipamentos grandes, pesados e dispendiosos, mas que permitem a execução de algumas técnicas culinárias – como a cozinha *Sous Vide* – ou uma melhoria na qualidade e arrumação dos alimentos nas cozinhas, ao poderem ser conservados em sacos fechados hermeticamente (Myhrvold, Bilet e Young, 2011).



Figura 23 - Câmara de vácuo.

Para usar a câmara de vácuo é fundamental recorrer a sacos desenhados especificamente para este fim. O alimento é colocado dentro do saco e este é colocado na câmara com a extremidade aberta na barra de selagem. Após a tampa estar fechada, uma potente bomba de vácuo evacua o ar. A barra de selagem aquece, derretendo

uma tira do saco e fechando-a. A câmara em seguida retorna à pressão atmosférica e desbloqueia a tampa (Myhrvold, Bilet e Young, 2011).

Esta técnica é de simples utilização, mas é importante ter em conta que é preferível aplicá-la a alimentos frios. Depois de remover cerca do 95% do ar do saco, o ponto de ebulição da água baixa até cerca dos 30° C e continua a descer (Figura 24). Se o alimento no saco estiver a uma temperatura superior, vai entrar em ebulição e o saco pode colapsar (Myhrvold, Bilet e Young, 2011).

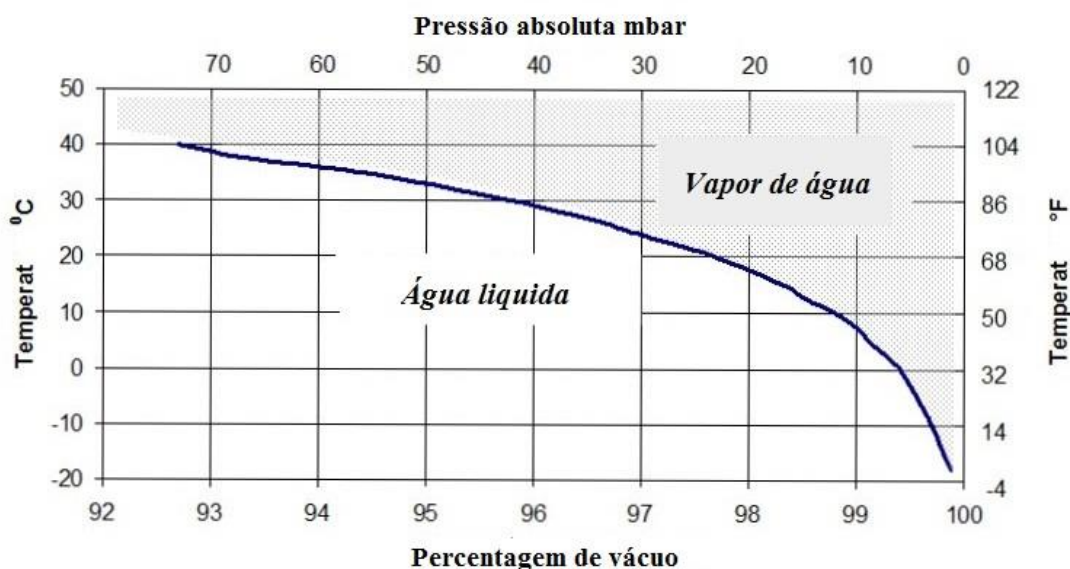


Figura 24 - Relação percentagem de vácuo, pressão, e ponto de ebulição da água.

Se se quer evitar a ebulição a baixa pressão devem-se trabalhar apenas alimentos muito frios e definir a pressão adequada. Em alimentos a temperaturas de refrigeração, a água começa a evaporar rapidamente a pressões inferiores a 20 mbar, e ferve a 5-10 mbar. Uma pressão de 30-50 mbar adapta-se a quase todos os alimentos sem que estes colapsem (Myhrvold, Bilet e Young, 2011).

Para a maioria dos alimentos sólidos, reduzir a pressão a 5-50 mbar e, em seguida, selar o saco irá produzir uma embalagem selada hermeticamente. A 50 mbar cerca do 95% da atmosfera é removida; a 5 mbar, este valor sobe para cerca do 99,5% de ar removido do interior da câmara e da embalagem. Embora esta seja uma diferença muito pequena, é determinante para quão apertado fica o saco em torno do alimento. A 50 mbar há ainda ar suficiente dentro da embalagem para amortecer um pouco o saco quando a pressão atmosférica é restaurada na câmara. A 5 mbar o saco vai encolher muito firmemente em torno do alimento. As condições de pressão a utilizar dependem do alimento e do resultado que se quer obter (Chef Steps, s.d. b).

4.2 TRATAMENTO DE VEGETAIS COM ÓXIDO DE CÁLCIO

O óxido de cálcio, também conhecido como cal ou cal viva, é uma substância muito utilizada na indústria, sendo obtida por decomposição térmica de pedras calcárias a temperaturas elevadas (1000° C aprox.). Após a adição de água à cal viva obtém-se o produto geralmente denominado cal apagada, ou hidróxido de cálcio.

Se a utilização de óxido de cálcio na culinária pode parecer estranha, na América Latina, esta prática é ancestralmente utilizada; de facto, desde que usada nas condições e concentrações adequadas, não apresenta um risco maior que a utilização, por exemplo, de cloreto de sódio.

No México, por exemplo, o processo de obtenção da massa de milho – com o qual se elaboram as famosas *tortillas* – inclui o tratamento de nixtamalização, ou de cozedura prévia dos grãos frescos em hidróxido de cálcio (Figura 25). Segundo McGee (2004), a hemicelulose – principal componente das células vegetais – é especialmente solúvel em condições alcalinas. Este processo amacia o pericarpo do milho e ajuda a separá-lo parcialmente do resto do grão. Também separa o gérmen do endosperma, facilita a moagem, disponibiliza muitas proteínas e liberta a maior parte da niacina (precursor vitamina B3) que está fortemente ligada no grão não tratado. Assim, a niacina - nutriente fundamental cuja falta provoca problemas graves de saúde como a pelagra¹⁰ - fica mais disponível.

Na indústria alimentar, a solução de cal apagada é utilizada em diversas áreas: na produção de açúcar de beterraba; na indústria vitivinícola e cervejeira; na piscicultura e ostricultura; na produção de gelatinas em folhas; ou finalmente, na produção de compotas e doces de fruta.



Figura 25 - Milho antes do tratamento de nixtamalização.

O óxido de cálcio é um dos ingredientes principais desta técnica, onde diferentes vegetais são mergulhados durante um tempo determinado numa solução de hidróxido de cálcio, com o objetivo de endurecer a sua superfície e manter essa estrutura após tratamento culinário.

A pectina é um polissacarídeo presente na parede celular de todos os vegetais (Figura 26). É utilizada frequentemente como aditivo alimentar – como agente gelificante, espessante, emulsionante e estabilizante. O principal constituinte de pectina é ácido D-galacturónico, com alguns dos grupos carboxilo presentes na forma de éster metílico (Basak e Bandyopadhyay, 2014). Dependendo do grau de esterificação com metanol do grupo carboxilo da cadeia principal, a pectina pode ser classificada em dois tipos: as espécies de pectina com graus de metilação – relação molar de metanol para ácido galacturónico – superiores a 50%, são chamadas pectina de *Alto Metoxilo* (HM), enquanto aquelas com graus de metilação inferiores são chamadas pectinas de *Baixo Metoxilo* (LM).

¹⁰ A pelagra ou “pelle agria” foi uma doença difundida pelo velho mundo após a chegada do milho que, devido a um maior rendimento, substituiu ao trigo como base da alimentação. Contrariamente às estratégias dos americanos, os europeus não realizavam o processo de nixtamalização, e a falta de vitamina B3 causava esta doença.

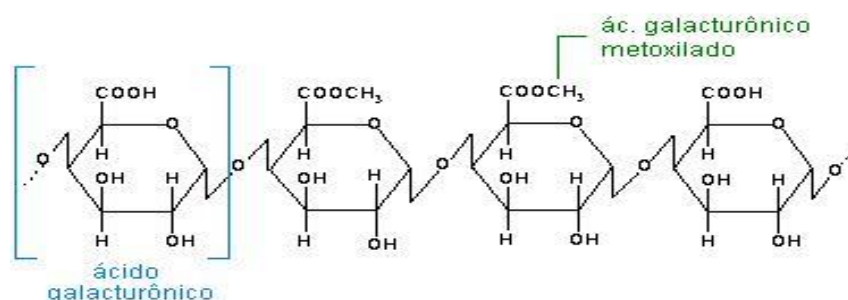


Figura 26 - Estrutura química da pectina. Os grupos carboxilo não metoxilados da cadeia principal podem ficar desprotonados e com carga negativa, disponíveis para formar ligações (Basak e Bandyopadhyay, 2014).

A gelificação da pectina LM depende do pH do sistema e da presença de Ca^{2+} , ou outros íons multivalentes. A um pH baixo, e na ausência de Ca^{2+} a pectina LM pode formar géis através de associações não iônicas, como ligações de hidrogénio e interações hidrofóbicas. No entanto, na presença de catiões divalentes como o Ca^{2+} , a pectina gelifica através deste ião, estabelecendo ligações entre dois grupos carboxilo de duas cadeias diferentes (Lo, 2005). Este mecanismo é habitualmente conhecido como modelo *egg-box* ou caixa de ovos, idêntico ao mecanismo de gelificação com alginatos. A Figura 27 mostra este tipo de gelificação.

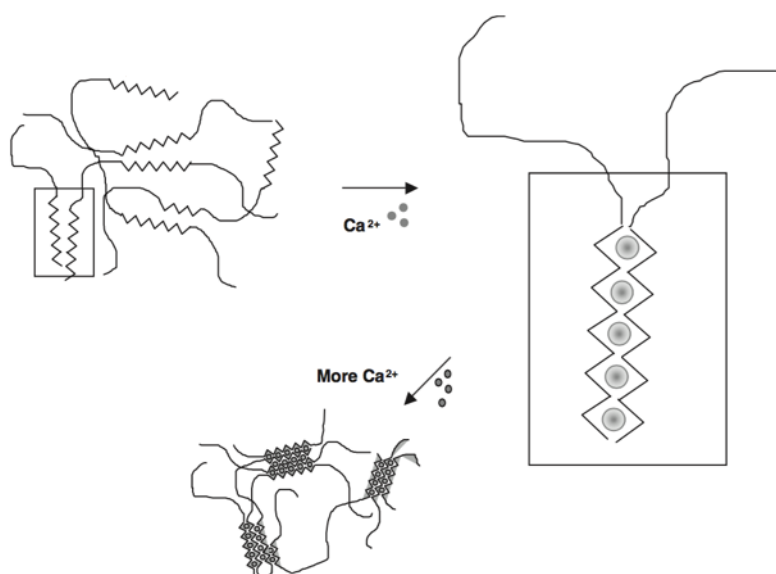


Figura 27 - Representação da gelificação no modelo *egg-box* ou caixa de ovos (Alan, 2010).

O cálcio tem o papel de ligar as cadeias de pectina da parece celular do vegetal – fenómeno conhecido frequentemente como *cross-linking*. Assim, o pectinato de cálcio vai-se consolidando progressivamente como uma nova camada ou “pele” esbranquiçada na superfície do fruto, o que manterá a estrutura após o tratamento térmico. Esta técnica pode ser utilizada em todo tipo de legumes e frutas que contenham um teor elevado de pectina LM, e o tratamento térmico posterior pode variar – cozedura, assado, grelhado, etc. – sendo o resultado final semelhante.



Figura 28 - Doce de abóbora brasileiro.

Na preparação de um doce de abóbora brasileiro (Figura 28) o fruto é cortado em cubos e introduzidos numa solução de cal de baixa concentração – entre 20 e 30 g/L, e após um tempo de maceração, é retirado e lavado com água. Posteriormente, é cozido durante três horas numa calda de açúcar, resultando em cubos de superfície intacta e resistente. No entanto, no interior acontece o mesmo fenómeno que se dá ao cozer qualquer fruta ou vegetal: a polpa transforma-se num puré cremoso.

Esta técnica foi introduzida na alta cozinha, e aplicada por primeira vez no Mugaritz, na Espanha. O primeiro prato que a utilizou foi o “Cercefi fóssil” (Figura 29). Pensa-se que foi introduzido por cozinheiros da América do Sul. Posteriormente, uma série de cozinheiros, entre eles o brasileiro Alex Atala, têm dado uso da técnica nos seus restaurantes.



Figura 29 - “Cercefi fóssil” do restaurante Mugaritz no ano 2009. (Aduriz, 2012)

A história da técnica de maceração em cal serve como exemplo de que o progresso não vem unicamente a partir de técnicas novas e sofisticadas. Às vezes, o progresso significa olhar para algo que já existe através de outra perspectiva, e mudar a maneira com que isso é posto em prática. Talvez desta forma, antigas técnicas possam ser ressuscitadas e passar a ser utilizadas pelos *chefs*.

5. METODOLOGIAS PARA A ANÁLISE DE PARÂMETROS SENSORIAIS

Atualmente a oferta alimentar na restauração ou por parte da indústria é muito variada e diversificada, facto que coloca o consumidor numa situação de escolha permanente. Um dos aspectos mais relevantes na escolha é a qualidade sensorial dos alimentos, relacionada de forma significativa com as propriedades intrínsecas dos mesmos. O primeiro contato do consumidor com um produto alimentar produz-se habitualmente através da vista, do olfato, da audição, do tato (Figura 30), ou por vários sentidos simultaneamente, o que ocasiona uma apreciação composta e complexa (Valls et al, 1999).

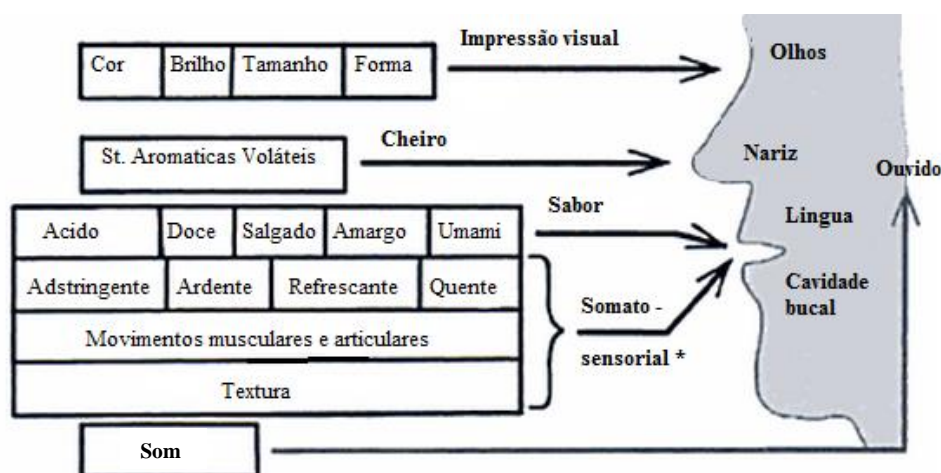


Figura 30 - Representação esquemática das impressões percebidas através da análise sensorial¹¹.

O resultado da avaliação sensorial depende de cada indivíduo, da própria experiência e das condições do meio durante o momento da percepção, tratando-se então de informação subjetiva e variável (Walstra, 2003).

A avaliação instrumental permite eliminar tal subjetividade, e através de determinados testes, é possível estabelecer uma relação entre as propriedades físicas dos alimentos e a percepção sensorial dos mesmos (Bourne, 2002). Deste modo, a avaliação instrumental é uma ferramenta muito útil para a caracterização dos alimentos e para o desenvolvimento de novos produtos.

5.1 AVALIAÇÃO DA COR

Segundo Valls (1999), a cor é a percepção da luz na retina de um observador refletida por um objeto a um comprimento de onda compreendido entre 380 e 760 nm (espectro visível). Segundo a norma ISO 12647 a cor é o resultado da interação da luz na retina do olho humano, e uma componente física que depende de determinadas características da luz. Estas características são essencialmente o tom, que corresponde ao comprimento de onda da luz refletida, a saturação, determinada pela quantidade de luz de uma cor, e a luminosidade, que corresponde à quantidade de luz refletida.

¹¹ Somatosensorial: sentido do tacto, sensações de dor, frio e calor. Derivados do músculo trigeminal.

A cor e a aparência são importantes atributos dos alimentos, pois representam as duas primeiras sensações percebidas pelo consumidor. De forma geral, a cor e aspecto dum alimento estão ligados com a qualidade, e a sua medida quantitativa pode ser útil e vantajosa.

A colorimetria é a técnica analítica que tem por objeto a medição da cor, que não é uma propriedade intrínseca da matéria, mas que depende do estado físico, da fonte de iluminação e da sensibilidade do olho (Valls, 1999). Os sistemas de medidas de cor são utilizados para medir uma ampla faixa de produtos alimentares, tais como frutas e vegetais, tanto *in natura* como processados, produtos lácteos, carnes e produtos cárneos (incluindo peixe e aves), cereais, óleos, xaropes, açúcares e bebidas (Good, 2007).



Para a determinação instrumental da cor de produtos alimentares pode recorrer-se ao colorímetro (Figura 31) que funciona acoplado a uma fonte de iluminação padrão, sendo os resultados avaliados pelo sistema de coordenadas L^* , a^* e b^* , também referido como sistema CIELAB.

Figura 31 - Imagem de um colorímetro.

Na Figura 32 estão representadas esquematicamente as coordenadas do sistema CIELAB, de medição da cor do sistema e respetivas cores associadas. L^* mede a luminosidade, variando entre $L^*=100$ (claro) e $L^*=0$ (escuro). A componente a^* varia entre a cor verde ($-a^*$) e o vermelho ($+a^*$) e a componente b^* varia entre a cor azul ($-b^*$) e o amarelo ($+b^*$). Através do conjunto das três coordenadas (L^* , a^* e b^*) a cor é descrita objetivamente e pode ser localizada no espaço de cor. Tal procedimento é importante para fazer a comparação entre a cor de vários alimentos e para acompanhar a evolução da cor ao longo do tempo (Sahin e Sumnu, 2006).

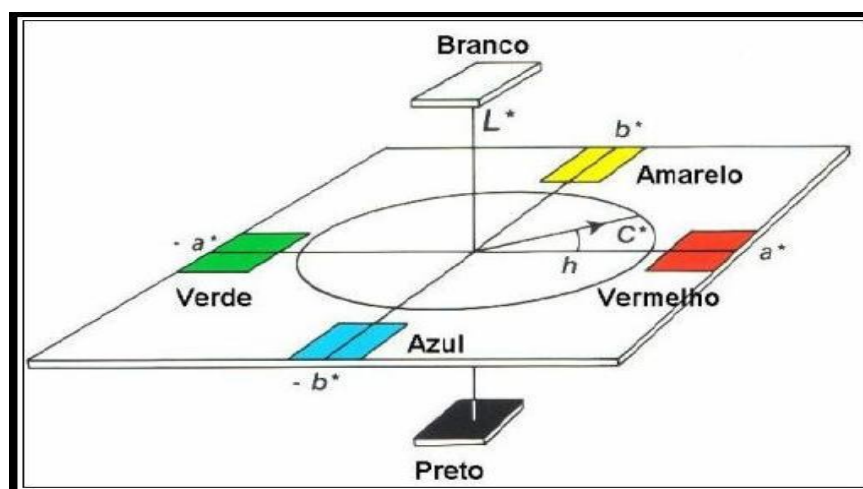


Figura 32 - Sistema de coordenadas $L^*a^*b^*$ (Hunter Lab, 2007).

As diferenças de cor são definidas pela comparação numérica entre a amostra e o padrão. Esta indica as diferenças absolutas nas coordenadas de cor entre a amostra e o padrão e são conhecidas como Deltas (Δ). Os Deltas para L^* (ΔL), a^* (Δa) e b^* (Δb) podem ser negativas (-) ou positivas (+). A diferença total, Delta E (ΔE), todavia, é sempre positiva. Elas são expressas como:

ΔL^* = diferença entre mais claro e escuro (+ = mais claro, - = mais escuro)

Δa^* = diferença entre vermelho e verde (+ = mais vermelho, - = mais verde)

Δb^* = diferença entre amarelo e azul (+ = mais amarelo, - = mais azul)

ΔE^* = diferença total de cor

Para determinar a diferença total de cor entre as três coordenadas é utilizada a seguinte formula:

$$\Delta E^* = [\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}]^{1/2}$$

5.2 ANÁLISE DO PERFIL AROMÁTICO

O aroma é chave determinante para a qualidade e é definido pelo perfil volátil dos alimentos (Keenan *et al.*, 2012). Este consiste numa mistura complexa de compostos voláteis e, no caso de frutos, a composição destes varia com a espécie e com a *cultivar* do fruto. Cada fruto possui um aroma distinto que resulta da combinação dos voláteis, assim como, da sua concentração e do limiar mínimo de detecção/percepção de cada composto pelo ser humano (Hadi *et al.*, 2013). Os aromas de um alimento são avaliados pelos compostos voláteis percebidos pelo nariz (por via retronasal). A quantidade de substâncias voláteis nos alimentos é muito pequena e dentro dessas substâncias nem todas são importantes para o aroma. É difícil distinguir os compostos voláteis responsáveis pelo aroma dos alimentos.

O parâmetro OAV (*Odour Activity Values*), mostra-se muito relevante e útil quando se trata de um estudo sobre compostos voláteis e o aroma a que lhes está associado. Consiste na relação de concentração do composto volátil e o limiar mínimo de detecção desse pelo ser humano. Compostos com um OAV superior a 1 são assumidos contribuintes para as características de aroma dos alimentos. Compostos no que o OAV é inferior à unidade, (concentração do composto < limite de detecção deste), é questionável a sua influência no aroma (Pino e Mesa, 2006).

Análise HS-SPME – Microextração em Fase Sólida do *Headspace*

A análise química de substâncias voláteis realiza-se mediante a técnica da cromatografia gasosa, estando incluídas várias técnicas prévias de preparação da amostra, como a microextração em fase sólida. A *SPME* (*Solid Phase Micro Extraction*) é uma técnica de preparação de amostras que integra extração e concentração de compostos voláteis do *headspace* (espaço sobre a amostra acondicionada em um sistema fechado) numa fibra de

sílica fundida recoberta por um polímero, um sólido adsorvente, ou uma combinação dos dois (Alpendurata, 2000; Kataoka *et al.*, 2000).

Na extração em modo *headspace*, a fibra é colocada acima do volume da amostra, que pode ser líquida ou sólida, (Canuto *et al.*, 2011). No processo de extração de *SPME* a partir do *headspace*, ocorrem as seguintes etapas: evaporação dos analitos da amostra (1); convecção dos analitos até à proximidade da fase extratora, *headspace* (2); adsorção dos analitos pela fase estacionária extratora que envolve a fibra (3); difusão e concentração dos analitos através da fase extratora (4) (Martendalm, 2011).



A fibra de sílica é um filamento capilar mantido numa agulha oca (tubo hipodérmico retrátil). A extremidade exibível da fibra (10-20 mm) é recoberta por um filme polimérico (7-100 μm), cuja natureza química é semelhante à dos enchimentos de colunas cromatográficas (polidimetilsiloxano – *PDMS*, poliacrilato – *PA*, carbowax – *CW*, carboxen – *CAR*, divinilbenzeno – *DVB*) (Figura 33).

Figura 33 - Tipos de fibras para SPME (Foto do Autor).

Esse filme atua como uma esponja, absorvendo, adsorvendo e concentrando os analitos orgânicos da amostra na sua superfície. Na extremidade oposta do dispositivo localiza-se um parafuso de cor específica, que proporciona informação sobre o tipo de fibra e permite a sua conexão ao suporte ou *holder* (Kataoka *et al.*, 2000; Valente e Augusto, 2000).

Uma vez conectada ao *holder* (Figura 34), a fibra é presa a um êmbolo, na extremidade oposta, deixando o tubo hipodérmico exposto, o qual além de proteger a fibra, funciona como agulha na perfuração dos septos dos recipientes das amostras. O movimento do êmbolo para baixo permite que a fibra seja exposta no momento da extração (momento em que há a captação dos compostos) ou dessorção térmica (momento em que os compostos são retirados da fibra para análise). Ao mover o êmbolo para cima, a fibra é protegida na agulha, principalmente durante o armazenamento e a penetração de septos no momento da captura ou da dessorção (Pawliszyn *et al.*, 1997; Kataoka *et al.*, 2000; Valente e Augusto, 2000).

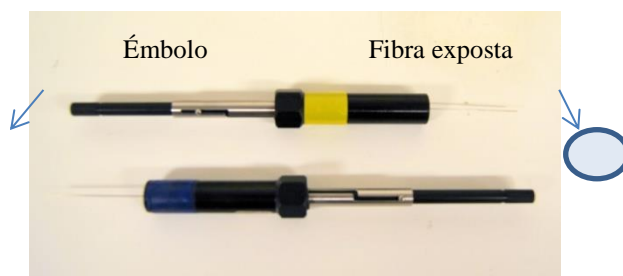


Figura 34 - Suporte da fibra ou Holder.

Posteriormente, estabelece-se um equilíbrio de extração entre as concentrações dos compostos voláteis da amostra no espaço superior acima da mesma (*headspace*) e o revestimento da fibra. O tempo de extração é determinado pela velocidade deste processo. As moléculas adsorvidas são analisadas diretamente em um cromatógrafo gasoso, inserindo-se a fibra no injetor, no qual elas são termicamente dessorvidas (Kataoka *et al.*, 2000; Valente e Augusto, 2000).

O filme de recobrimento da fibra adequado depende das características físico-químicas (polaridade e massa molecular) dos constituintes de interesse da amostra (Kataoka *et al.*, 2000; Valente e Augusto, 2000). A Tabela 6 mostra a fibra recomendada para cada tipo de analito.

Tabela 6 - Composição química da fibra mais adequada de acordo com as características físico-químicas do analito (Supelco, 2005).

Tipo	Fase extratora	Espessura do filme	Aplicação
Apolares	PDMS	7, 30 e 100 µm	Compostos apolares e voláteis
Polar	PA	85 µm	Compostos de média a alta polaridade (álcoois, cetonas e fenóis). Voláteis de média a alta polaridade
	CW-DVB	65 µm	
Mista (Bi-polar)	PDMS-DVB	65 µm	Voláteis e não-voláteis de baixa a alta polaridade
	Car-DVB	75 µm	Voláteis

PDMS: Polidimetilsiloxano, PA: Poliacrilato; CW-DVB: Carbowax/Divinilbenzeno;

PDMS-DVB: Polidimetilsiloxano/Divinilbenzeno; Car-DVB: Carboxen/Divinilbenzeno

Esta técnica tem sido aplicada com êxito em análises de compostos voláteis de diferentes tipos de alimentos como sumos, refrigerantes, bebidas alcoólicas, leite, hortaliças, ou frutas, mostrando-se uma ferramenta analítica útil na caracterização do aroma e na detecção de contaminantes ambientais, microbiológicos e de substâncias indesejáveis geradas durante processos tecnológicos (Kataoka *et al.*, 2000).

Entre as vantagens do uso da técnica de SPME podem-se destacar: revela de modo mais fidedigno a constituição química do aroma de um alimento, em virtude de não utilizar aquecimento nem solvente, fontes de substâncias artificiais ou contaminantes; alta sensibilidade, pois a análise é feita apenas com moléculas dispersas no *headspace*, requerendo quantidades ínfimas de analito; praticidade, uma vez que a preparação da amostra é simples, levando poucos minutos, além de ser compatível com as análises de separação/ identificação (*GC-MS*) (Plutowska, 2007; Kataoka *et al.*, 2000).

Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa (GC-MS)

A cromatografia é um método analítico em que as substâncias a ser separadas são sujeitas a um equilíbrio de fracionamento entre duas fases (Jennings *et al.*, 1997). Na cromatografia gasosa a amostra é inserida num injetor, sendo de imediato vaporizada e transportada pela fase móvel (o gás de arraste – azoto, árgon, hélio), ao longo de uma coluna, que constitui a fase estacionária.

A separação dos componentes da amostra, ou analitos, é determinada pelas características estruturais, e consequentemente pela afinidade de cada um deles com a coluna, originando interações analito-coluna diferentes (McNair e Miller, 2009). Os vários analitos da mistura são assim separados conforme progredem ao longo da coluna, chegando ao fim em momentos diferentes. O tempo que cada componente permanece na coluna é registrado como tempo de retenção (t_r), característico para cada analito (Li *et al.*, 2009).

A desadsorção de um analito de uma fibra *SPME* depende do ponto de ebulição do analito, da espessura de revestimento na fibra, e da temperatura do injetor. O sistema de *SPME* é compatível com qualquer sistema *GC-MS* com coluna empacotada ou capilar. No fim da coluna encontra-se um detector, e a sua função é identificar e medir as quantidades dos componentes da mistura. O sinal do detector alimenta um dispositivo que produz um gráfico denominado cromatograma (Figura 35). Neste é representado o sinal de cada composto através de um pico no seu tempo de retenção respectivo (Mendham *et al.*, 2002).

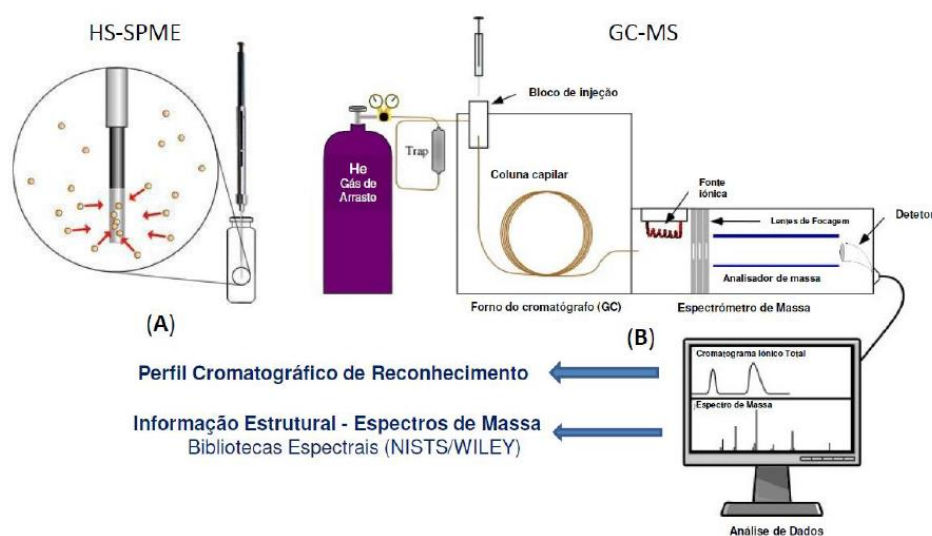


Figura 35 - Representação gráfica do método *HS-SPME- GC-MS*.

O detector usado, o espectrômetro de massa, permite determinar as características das moléculas presentes, convertendo-as em íons (geralmente catiões) de forma a poderem ser separados e manipulados de acordo com as sua razão massa carga (m/z) por campos elétricos e magnéticos externos. A análise dos íons formados fornece dados sobre possíveis estruturas da molécula que lhes deu origem (William, 2013). Assim, esta informação sobre cada molécula detetada é registada no GC sob a forma de cromatograma, onde a área dos picos é diretamente proporcional à concentração dos componentes voláteis da amostra. O MS apresenta uma base de dados que permite fazer a identificação de um determinado composto por comparação do espectro de massa através de uma vasta biblioteca que contém espectros de referência.

A técnica de *GC-MS* tornou-se numa técnica muito importante na separação e identificação dos compostos responsáveis pelo aroma dos alimentos devido à possibilidade da separação de misturas complexas de componentes orgânicos que, de outra forma, seria muito difícil de efetuar (Berlinet *et al.*, 2005).

5.3 AVALIAÇÃO DA TEXTURA

A textura de um alimento pode ser definida de diversas formas. Kramer (1973) apresenta a seguinte definição: “A textura é uma das três propriedades sensoriais primárias dos alimentos, inteiramente relacionadas com os sentidos, portanto, potencialmente passíveis de medição objetiva e direta em termos mecânicos, em unidades fundamentais de massa ou força”. Mais recentemente, Bourne (2002) define as propriedades de textura de um alimento como “um grupo de características físicas que advêm dos elementos estruturais do alimento. Estas propriedades são sentidas pelo tato e estão relacionadas com a deformação, desintegração e escoamento do alimento quando sujeitas a forças de deformação”.

Segundo a norma ISO5492 a textura dum produto alimentar é resultado de um conjunto de propriedades ou atributos mecânicos, geométricos, de corpo e de superfície, perceptíveis através dos receptores cinestésicos¹² e somáticos e, eventualmente pelos receptores visuais e auditivos, desde a primeira dentada até à deglutição final¹³.

No contexto da definição anterior, atributos mecânicos são aqueles relacionados com a reação dum alimento quando atuam sobre ele forças externas. A dureza, por exemplo, é uma propriedade física do material que pode ser utilizada na avaliação instrumental da textura dos alimentos, sendo usualmente avaliada por técnicas de compressão e texturometria (Sousa, 2001). Os atributos geométricos são aqueles que se percebem através dos receptores tácteis localizados na pele da língua, da boca e da garganta, e normalmente são refletidos no aspecto dos alimentos. Alguns atributos geométricos podem ser a granulabilidade, a fibrosidade, esponjosidade ou cristalinidade. Os atributos de corpo e superfície estão relacionados com as sensações táteis bucais ligadas à percepção da humidade e do carácter gordo de um alimento pelos receptores tácteis da cavidade bucal, e podem dar informação sob as propriedades lubrificantes do produto. Podem-se destacar a sequidade, aquosidade, ou oleosidade (Sousa, 2001)

A percepção dos atributos de textura é difícil de prever, devido às constantes mudanças que o produto sofre quando em contato com a boca. No entanto, há atributos como a dureza que têm boa correlação entre resultados instrumentais e sensoriais (Guinard e Mazzucchelli, 1996; Nattress, 2004). De acordo com o alimento a estudar, os ensaios aplicados para avaliação da textura podem variar, assim como o método usado e os parâmetros avaliados (Bourne, 2002). Na Tabela 7 apresentam-se alguns ensaios de textura e suas características.

¹² A cinestesia refere-se a sensações ligadas à posição, ao movimento, e à tensão de certas partes do corpo percebidas pelos nervos e os órgãos, tendões e articulações. A somestesia refere-se a sensações de pressão e dor, percebidas pelos receptores localizados na pele e nos lábios, incluídos a mucosa bucal, a língua e a membrana periodontal.

¹³ Durante a mastigação, a percepção está influenciada pelas transformações físicas que acontecem após o contato com os dentes e o palato, e a mistura com a saliva. A informação auditiva pode contribuir para a avaliação da textura, e pode ser predominante em produtos secos.

Tabela 7 - Exemplos de ensaios de textura e as suas características (Bourne, 2002).

Tipos de ensaio de textura	Campos de aplicação	Sondas utilizadas	Parâmetros determinados	Propriedades
Penetração	Frutos, vegetais, géis, produtos lácteos	Cilíndricas (vários diâmetros); Cónicas; Esféricas	Dureza, Fraturabilidade, Elasticidade, Firmeza; Consistência	Viscoelasticidade, Viscosidade, Plasticidade
Compressão	Pão, bolos, frutos	Pratos	Frescura, grau de maturação	Viscoelasticidade
Corte	Carnes, vegetais	Warner-Bratzler; Butter cutter	Resistência ao corte, Dureza, Firmeza	Plasticidade, Elasticidade, Consistência
Compressão-tensão	Cereais, frutos	Célula de Kramer	Dureza, Firmeza, Elasticidade	Plasticidade
Compressão-extensão	Frutos, massas, vegetais	Célula de Ottawa	Dureza, Compressão	Plasticidade, Elasticidade
Tração tênsil	Pão, massas	Tênsil	Elasticidade	
Flexão	Pão, Bolachas, frutos	Torsão	Fraturabilidade, Flexibilidade	Plasticidade, Elasticidade

Fonte: Bourne, 2002.

O texturómetro (Figura 36) é o instrumento analítico mais utilizado e mais eficaz para a determinação dos parâmetros de textura dos alimentos. É formado por um dinamómetro que transfere energia mecânica ao material (amostra) através de uma sonda a velocidade constante. Obtém-se como resposta a força ou a tensão que essa energia provoca no material, ao longo do tempo ou da distância. O resultado obtido é uma curva força *versus* tempo ou força *versus* distância, onde se regista a resposta do material a uma determinada solicitação (perfuração, compressão ou corte), permitindo retirar informação analítica relacionada com a sua textura (Sousa, 2001).

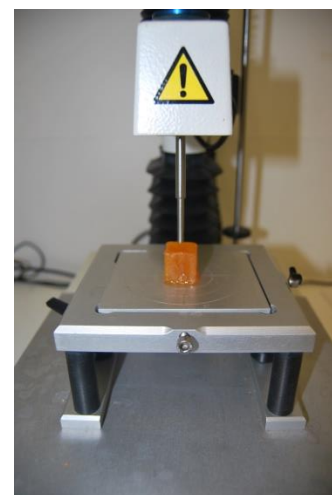


Figura 36 - Texturómetro TA-XT plus da Stable Microsystems (Foto do Autor).

Tratando-se de testes imitativos, as componentes de estrutura, composição da amostra, e as condições físicas dos testes influenciam o comportamento dos materiais, bem como a avaliação dos seus parâmetros de textura. Dessa forma, deve ter-se em consideração a dimensão, geometria e temperatura da amostra, e os parâmetros do método de determinação, como o tipo de sonda a utilizar, a distância de percurso, ou a velocidade (Mitchell, 2004).

O texturómetro realiza diversos testes, sendo um dos mais populares o denominado ensaio das duas dentadas – *Two Bite* – ou teste de perfil de textura. Este teste envolve a ação da sonda duas vezes sobre a amostra em modo de penetração ou em compressão, com uma pausa entre elas que permite a recuperação da estrutura inicial do material. O objetivo é simular a ação de mastigação e corte dos dentes (incisivos ou molares), obtendo-se informação analítica bem correlacionada com a avaliação sensorial, sem recorrer à análise sensorial e a um painel de provadores (Sousa, 2001; Bourne, 2002). Na Figura 37 apresenta-se uma representação esquemática típica de um ensaio de duas dentadas no texturómetro.

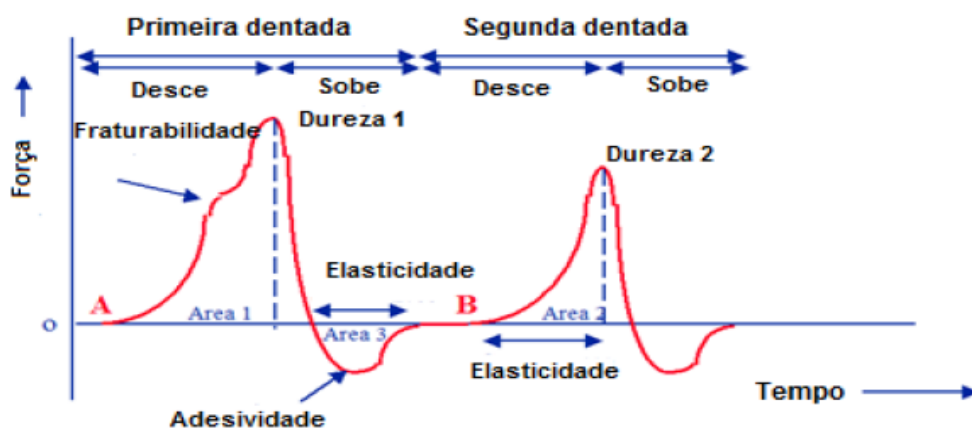


Figura 37 - Representação gráfica de um texturograma típica de um gel e seus parâmetros de textura (Bourne, 2002).

Com base no texturograma obtido, e consoante o material a analisar é possível obter cinco parâmetros, correspondentes a atributos mecânicos da textura (dureza, coesividade, adesividade, elasticidade e fraturabilidade) e calcular dois parâmetros secundários a partir dos anteriores (gomosidade e mastigabilidade) (Nunes, 2005). Na Tabela 8 resumem-se os principais parâmetros de textura que estão bem correlacionados com a avaliação sensorial de um determinado alimento, bem como o modo como são obtidos a partir de um texturograma.

Tabela 8 - Definições instrumentais, físicas e sensoriais dos parâmetros do perfil de textura (Civille e Szczesniak, 1973; Bourne, 1978; Stable Microsystems, 2001).

Parâmetros	Instrumental	Física	Sensorial
Dureza	É definido como pico de força durante o primeiro ciclo de compressão ou penetração.	Força necessária para produzir uma certa deformação.	Força requerida para compressão entre os dentes molares (para sólidos) e entre a língua e o palato (para semi-sólidos).
Coesividade	Razão entre a área da força positiva do segundo ciclo e a área da força positiva do primeiro ciclo ($\text{Área 2}/\text{Área 1}$).	Quantidade de energia necessária para romper as ligações internas das amostras.	Grau de compressão de uma substância entre os dentes antes de romper.
Adesividade	É a área da força negativa do primeiro ciclo de compressão, representando a força necessária para a retirada da sonda do alimento (Área 3).	Energia necessária para superar forças atrativas entre a superfície do alimento e outros materiais com os quais o alimento está em contato (sonda).	Força requerida para remover o material que adere à boca (palato) durante o processo normal de comer.

5.4 ANÁLISE SENSORIAL

Os alimentos possuem propriedades organolépticas que são definidas por atributos sensoriais, entre elas a aparência, cor, aroma, textura, sabor ou pós-sabor. Para analisar estes atributos recorre-se a análise sensorial, com o objetivo último de identificar a presença de diferenças perceptíveis, quantificar as características sensoriais de forma rápida, ou mesmo denotar problemas particulares não detetados por procedimentos analíticos.

Testes sensoriais afetivos

A qualidade de um produto no mercado pode ser assegurada quando testes sensoriais afetivos são aplicados, estes também chamados de testes de consumidores ou hedônicos, visam obter a opinião subjetiva do provador. A aceitação do produto pode ainda ser confirmada através da análise da intenção de compra (Muñoz et al, 1992).

Com a aplicação dos testes referidos, é possível transformar dados subjetivos em objetivos, e obter informações importantes sobre o grau com que as pessoas gostam ou não de um determinado produto (Stone & Sidel, 1993).

Os dados obtidos em um teste de aceitação utilizando escala hedônica podem ser avaliados através de vários métodos estatísticos como a análise da distribuição de frequências dos valores hedônicos obtidos por cada amostra (análise de histogramas) e a análise de variância (ANOVA), seguida de outros procedimentos estatísticos, dentre os quais o teste de médias de *Tukey* que permite verificar se há diferença significativa entre as médias (Stone, Sidel, 1993).

A técnica escolhida para os testes de análise sensorial das amostras referidas foram os testes afetivos, pois são ferramentas importantes, que avaliam diretamente a opinião do consumidor, ou do consumidor em potencial de um ou mais produtos, sobre as características específicas do produto ou ideias sobre o mesmo. Por isso são também chamados de testes de consumidor.

A dissertação para o mestrado em Ciências Gastronómicas equivale aproximadamente ao trabalho realizado durante um ano – incluindo a pesquisa bibliográfica, a fundamentação do tema a abordar, e o desenvolvimento de um trabalho experimental. No entanto, no início da planificação deste trabalho foi contemplada a possibilidade de realizar um estágio em ambiente profissional. Tendo uma formação em Ciência e Tecnologia Alimentar, e com grande parte das unidades curriculares do mestrado já concluídas, e tendo um grande interesse na relação entre cozinha e ciências, considerou-se que seria importante um estágio num restaurante para adquirir conhecimentos, experiências e competências que permitissem mais eficiência num trabalho numa área caracterizada pela interdisciplinaridade.

O objetivo era adquirir conhecimentos sobre a forma de trabalho num restaurante de topo, vivenciando o processo de produção alimentar em todas as suas etapas. Pretendia-se ainda acompanhar na prática o uso de um conjunto de técnicas, de modo a poder selecionar aquelas a estudar para o trabalho apresentado nesta dissertação.

Relativamente ao tipo de restaurante onde era mais adequada a realização do estágio, e considerando que, dados os objetivos deste trabalho, se pretendia um restaurante onde se praticasse uma cozinha de vanguarda, fez-se um estudo dos locais potenciais que permitiriam adquirir os conhecimentos e competências pretendidas. Concluiu-se que os restaurantes do grupo José Avillez eram os locais mais adequados para este fim, por vários motivos: estilos de cozinha, alto nível, reconhecimento do trabalho ali desenvolvido, proximidade do local – ao estarem a maior parte deles situados no central bairro do Chiado, em Lisboa – e certa relação de proximidade entre a instituição de origem (ISA) e o local do estágio. Após uma reunião com o *chef* David Jesus - em que foram apresentados os objetivos do estagiário- a proposta foi aceite.

O estágio decorreu nos meses de Janeiro, Fevereiro e parte de Março. De forma a obter contacto com restaurantes com realidades e técnicas distintas, foi decidido que seria dividido por dois restaurantes do grupo. Durante o mês de Janeiro o trabalho decorreu no restaurante Mini Bar Teatro, de ambiente mais descontraído, e com uma oferta vanguardista mas informal. Nos meses de Fevereiro e Março, o trabalho decorreu no restaurante Belcanto, sujeito a vários reconhecimentos de excelência: 2 estrelas no *Guide Michelin* e considerado um dos cem melhores restaurantes do mundo pela “The World’s 50 Best Restaurants List”.

1. O GRUPO

José de Avillez Burnay Ereira (Lisboa, 24 de Outubro de 1979) é um chefe de cozinha português. Começou a sua atividade profissional na restauração após obter uma licenciatura em Gestão de Marketing. No ano 2005 recebeu o prémio “Chef *d’Avenir*”, atribuído pela Academia Internacional de Gastronomia, e dois anos mais tarde fez parte da equipa do restaurante “El Bulli”, através dum estágio profissional. Entre 2008 e 2011, foi Chef Executivo do restaurante “Tavares”, e em dezembro de 2009 recebeu a primeira estrela Michelin da sua carreira.

Escreveu vários livros e atualmente apresenta programas de televisão e rádio, tornando-se um chefe muito presente nos meios de comunicação portugueses. Atualmente possui seis restaurantes – geridos através da empresa Grupo José Avillez – os quais têm diferentes características e conceitos.



Figura 38 - Restaurante *Belcanto*.

No *Belcanto* (Figura 38), distinguido com duas estrelas Michelin, pode-se experimentar uma cozinha de inspiração portuguesa revisitada, num ambiente sofisticado e que ainda mantém um certo romantismo do antigo Chiado. A cozinha do *Belcanto* é a que verdadeiramente expressa a evolução criativa do Chefe.



Figura 39 - Restaurante *Mini Bar*.

O *Mini Bar Teatro* (Figura 39) é o primeiro bar gastronómico de José Avillez. Situado no Teatro São Luiz, oferece um novo conceito de entretenimento através da carta. O formato *finger food*, em pequenas e variadas degustações fazem com que não seja um espaço tradicional, onde a surpresa e a diversão fazem parte do menu.

O *Cantinho do Avillez* – Lisboa e Porto – são restaurantes de ambiente informal, onde a tradição e a modernidade convivem com naturalidade. A cozinha é de inspiração portuguesa com influências de algumas viagens. O *Café Lisboa* está inserido no Teatro Nacional de São Carlos, construído no final do século XVIII, conta com esplanada na praça onde nasceu o poeta Fernando Pessoa. O ambiente do restaurante traz à memória o charme dos antigos cafés, e nele pode-se desfrutar de uma cozinha tradicional portuguesa. A *Pizzaria Lisboa* é, para o chefe Avillez, a realização de um sonho da infância; oferece sabores mediterrânicos num ambiente descontraído e familiar.

2. LOCAIS ONDE FOI REALIZADO O ESTÁGIO

2.1 BELCANTO

O restaurante *Belcanto* abriu em 1958 no Chiado. Devido à sua localização privilegiada, e o ambiente sóbrio e sofisticado, rapidamente conquistou as elites Lisboetas, e tornou-se um prestigiado ponto de encontro para políticos, empresários e artistas. No Verão de 2011, José Avillez interessou-se pelo local, e iniciou uma

profunda remodelação. Reabriu as suas portas em 2012, e em menos de um ano, foi distinguido com uma estrela Michelin. Em 2014, o Belcanto recebeu a segunda estrela, tornando-se o primeiro restaurante em Lisboa, e o primeiro chefe português a receber esta distinção.

Considerando a cozinha como uma forma de expressão, José Avillez e a sua equipa desenvolvem uma cozinha criativa de autor, e no *Belcanto* partilham as suas inspirações, emoções e inquietações, através de representações e ilusões culinárias. Cada prato conta uma história e tem como objetivo emocionar o comensal. O fio condutor da cozinha do *Belcanto* pode ser definido com base nos seus mandamentos, alguns deles recolhidos na Tabela 9.

Tabela 9 - Mandamentos da Cozinha do *Belcanto*.

Ponto de partida: o sabor. A escolha de ingredientes: criteriosa. A técnica: ao serviço do produto
Dá-se muito valor ao tacto, estimulado através das texturas e do contraste de temperaturas
Trabalha-se para que a cozinha desperte memórias de pessoas, lugares ou tempos
No prato tudo tem razão de ser, e todas as componentes estão contextualizadas
A identidade da cozinha é procurada e reinventada todos os dias
A criatividade é essencial. Por assim ser, é promovida, mas nunca forçada
Ao procurar-se a perfeição encontra-se a excelência. Organização e rigor no trabalho
A cozinha vem sempre antes da performance, apesar desta última ser permitida e aplaudida
O resultado final, de simplicidade aparente, encerra em si a complexidade do processo criativo



Figura 40 - Pratos do restaurante *Belcanto*. Esquerda “A horta da galinha dos ovos de ouro”; Direita “Carne de porco à alentejana com ameijoas”.

2.2 MINI BAR TEATRO

O *Mini Bar* não é um restaurante tradicional. Estando inserido no Teatro São Luiz e ocupando a música um lugar de destaque, isto acentua ainda mais o conceito inovador no local. Trata-se de um restaurante inspirado no

mundo do espetáculo, onde a carta é dividida em “Actos” e os pratos são apresentados ao comensal de forma lúdica, sendo as pequenas iguarias – e não as pessoas – os protagonistas. Também se pode disfrutar de uma extensa carta de bar, com cocktails clássicos e especiais, vinhos, cervejas artesanais, ou combinados não alcoólicos. O serviço é num balcão à frente do público - onde os cozinheiros empratam e os comensais observam- ou em privado nas mesas reservadas para jantar.

Destacam dois menus degustação, o “Menu Épico” - mais extenso -, e o “Menu em Cartaz” - mais reduzido -, ambos divididos em diferentes “Actos” (Figura 41). No primeiro acto estão incluídas uma série de entradas em forma de *snacks* ou *finger foods*; o segundo acto inclui petiscos variados de carne e peixe, mas também um bife e um hambúrguer para os mais tradicionais; por último, no terceiro acto encontram-se as sobremesas, entre as quais se destaca o “globo de lima *kaffir*”¹⁴.



Figura 41 - Pratos do *Mini Bar*. Esquerda “Gambas do Algarve em Ceviche”; Direita “Globo de lima Kaffir” .

3. ROTINA DE TRABALHO E EQUIPAS

Como referido a primeira parte do estágio, correspondente ao mês de Janeiro, foi realizada no Mini Bar do Teatro São Luiz, onde integrei a secção de entradas mas, dado que dois dias por semana os turnos rodavam, também tive oportunidade de trabalhar na secção de sobremesas. No *Mini Bar* a jornada laboral começa às 14 h e, até as 18 h, é tempo de *mise en place* (preparação e organização de ingredientes e equipamentos necessários para a preparação dos pratos) para todas as secções – bar, entradas, cozinha quente e sobremesas. Os cozinheiros dividem o trabalho e o *chef* dedica-se a questões logísticas e de manutenção – revê diariamente as diretrizes do plano HACCP¹⁵, organiza as encomendas e verifica tanto o funcionamento do equipamento como o estado dos produtos.

Durante o estágio tive oportunidade de treinar competências básicas em cozinha como o manejo de facas e equipamentos (fornos combinados, máquina de vácuo, etc.), técnicas clássicas, e ganhar competências práticas na execução de algumas técnicas mais vanguardistas: a esferificação inversa utilizando alginato de sódio, a

¹⁴ Variedade de lima pouco habitual na Europa, com aromas cítricos mais intensos acentuados.

¹⁵ HACCP, do inglês, Análise de Perigos e Controlo de Pontos Críticos, é um sistema que pretende garantir a qualidade alimentar – microbiológica e funcional – e a segurança alimentar. É obrigatória em qualquer estabelecimento.

fumagem e cura de peixes como a cavala ou a sardinha, a elaboração de gomas com pectina, e a impregnação de frutos e vegetais a vácuo.

Das 18 h até às 18:30 h decorria a hora do jantar garantido nas condições de trabalho. Após a pausa, das 18h30 às 19 h finalizavam-se as últimas preparações e preparavam-se as bancadas de serviço: enchiam-se biberões com molhos, preparavam-se as guarnições ou decorações – como ervas aromáticas, preparavam-se utensílios, etc. O serviço estendia-se desde as 19 h até à meia-noite. O meu trabalho durante este período consistia essencialmente na montagem ou empratamento das entradas.

A segunda parte do estágio decorreu no Belcanto. Este restaurante conta com duas cozinhas, uma de produção, ou cozinha *fria*, e uma de finalização, ou cozinha *quente*. Na primeira existe um único nível de hierarquia: o chefe da produção, o resto são trabalhadores ou em grande parte, estagiários que iniciam o seu percurso pelo restaurante. Nesta cozinha recebem-se as matérias primas brutas, e desempenham-se tarefas primárias: arrumação dos ingredientes secos ou embalados; o pré-tratamento, doseamento e armazenagem nos frigoríficos dos ingredientes frescos, antes da sua utilização na cozinha de finalização. O horário de trabalho é das 9h às 18h, com meia hora de intervalo para o almoço. Não passei por esta primeira fase dado o reduzido tempo do estágio, e por se enquadrar menos dentro dos objetivos deste. No entanto, reconheço a importância de uma passagem por esta cozinha para perceber melhor a cadeia de trabalho completa.

Na cozinha quente existem mais níveis de hierarquia, situando-se o *chef* Avillez e o *chef* David Jesus no topo. A seguir situa-se o *chef* de cozinha, encarregado de organizar as diferentes partidas e responsável da *mise em place* da roda – ou zona de empratamento. Seguem-se os *chefs* das quatro partidas (entradas, peixe, carne e pastelaria), encarregados de manter as suas secções sempre abastecidas, de finalizar os produtos, e se tratar das entradas ou da pastelaria, também proceder ao empratamento. Por último situam-se os estagiários, encarregados de dar apoio às diferentes partidas realizando funções similares às da produção.

Durante a minha estadia fiquei sempre na secção das entradas, única partida onde trabalhávamos quatro estagiários e um *chef* – normalmente trabalham duas e no máximo três pessoas por partida – devido à elevada carga de *mise em place* para esta secção. O trabalho consistia na produção de cada uma das componentes das entradas, e garantir o empratamento durante o serviço. Além disso, dava apoio noutras secções, como na pastelaria, quando o trabalho já estava terminado.

4. AQUISIÇÃO DE COMPETÊNCIAS E EXPERIÊNCIA

Os aspetos mais importantes a destacar relativamente às competências e experiências nos estágios no *Mini Bar* e no *Belcanto* foram a tomada de consciência prática e global sobre o trabalho em cozinha, e a aquisição de conhecimento sobre todas as preparações, equipamentos, e técnicas. Este último aspecto foi de grande importância para o desenvolvimento da parte experimental laboratorial desta dissertação.

Além destes aspetos, relacionados com o trabalho na cozinha, também foi importante tomar consciência da importância da comunicação entre o pessoal da sala, o da cozinha, e o *chef*, e o grau de concentração que isto implica. Para tudo correr bem é muito importante a organização e a arrumação da *mise em place*, mas também a autoconfiança com que se trabalha numa cozinha aberta, à frente do público, a flexibilidade e o trabalho em equipa.

Numa cozinha treina-se a concentração profunda – fator essencial para a rapidez e eficiência em qualquer tarefa – e a organização como ferramenta para simplificar e gerir o trabalho. É um treino muito proveitoso seja para o trabalho na cozinha ou para outras atividades. Por outro lado, o facto de ser um ambiente muito hierarquizado implica que a precariedade no trabalho vai ser repartida de forma vertical, sentindo-se particularmente nos níveis hierárquicos da base; é um ponto negativo do trabalho na cozinha, mas que não é uma característica exclusiva do setor.

Um aspeto positivo e interessante no *Belcanto* é a ideia de valorizar do ponto de vista culinário partes tradicionalmente menos nobres como corações ou tendões, ideia com a qual concordo. No entanto, essa linha de pensamento parece-me contraditória com o grau de desperdício alimentar que existe – por exemplo, ao não se utilizarem as partes menos nobres dos mariscos, para ficar apenas com as partes com mais qualidade.

Considera-se que os objetivos foram cumpridos relativamente a ganhar consciência de como é o trabalho numa cozinha profissional. Também foi possível adquirir experiência e conhecimentos práticos da aplicação de um conjunto de técnicas de vanguarda, assim como de identificar duas técnicas para o prosseguimento do trabalho no laboratório: Técnica de Impregnação em Vácuo e Maceração de Vegetais numa solução de Cal. Os conhecimentos adquiridos, constituem ainda uma ferramenta importante para um eventual trabalho posterior de investigação e desenvolvimentos de produtos.

Numa investigação, a metodologia é desenvolvida em concordância com o que o investigador considera passível de ser conhecido, com a sua perspectiva sobre a natureza do conhecimento e a sua relação com o tema e o campo estudados (Guba, 1990). Importa determinar o enquadramento e a abordagem metodológica em relação ao tema estudado e à questão da investigação, assim como o papel desempenhado pelo investigador, pois a postura do praticante em relação à investigação é [marcada n]a sua atitude para com a realidade”.

O capítulo seguinte corresponde a um trabalho metodológico-científico de investigação, onde se avaliam por separado dois objetos de estudo – produtos preparados com as técnicas da Impregnação em Vácuo e Maceração com Óxido de Cálcio – com recurso a várias técnicas analíticas, com o objetivo de obter informação de relevância para a culinária.

Para o estudo da técnica de Impregnação em Vácuo foram considerados várias questões a estudar do ponto de vista analítico: a primeira, a determinação do valor de pressão crítica para uma impregnação adequada de uma fruta (maçã) com um líquido (cocktail alcoólico). Concretamente, o estudo do efeito da pressão aplicada na cor, textura e libertação de voláteis do produto; seguiu-se o estudo do efeito da adição de sal (NaCl) nas características sensoriais do produto, concretamente na evolução da cor e na libertação de substâncias voláteis. Adicionalmente, foi realizada uma sessão de análise sensorial sobre os produtos elaborados seguindo esta técnica, com o objetivo de adquirir informações relevantes relativas à aceitação dos mesmos.

De forma semelhante, para a técnica de Maceração de Vegetais em Óxido de Cálcio foi considerado como problema a estudar a determinação do efeito da concentração de cal na solução de maceração e do tempo de imersão nas características do produto final, e em particular na textura. Em resumo, o estudo do binómio concentração de cal/tempo de exposição e o seu efeito na textura.

O objetivo final deste trabalho é a recolha de dados para uma optimização destes processos culinários. Para isso, recorre-se à avaliação dos parâmetros sensoriais mais importantes, em função das diferentes condições de processamento. O desenho experimental difere em função da técnica estudada, no entanto, os procedimentos desenvolvidos incluem várias fases em comum: (1) escolha da metodologia analítica adequada para cada problema; (2) seleção de ingredientes adequados; (3) preparação das amostras; (4) realização da medida, qualitativa e quantitativa; (5) tratamento estatístico dos resultados e discussão dos mesmos.

1. MATERIAIS

1.1 INGREDIENTES

Impregnação em Vácuo

A variedade de maçã selecionada foi *Granny Smith* - distribuída pela companhia “Desfruta. Comércio de Frutas, Lda” (Cod. 4017). Foi escolhida pelas suas características de tamanho médio-grande e estrutura porosa,

acidez málica e ligeiramente adstringente, cor pálida no interior, e aromas frescos. As maçãs foram adquiridas no comércio local. Da mesma forma, uma valoração visual do aspeto foi tomada em consideração para a seleção da fruta, tendo sido selecionada a menos danificada.



Figura 42 - Calibrador de maçãs e refratómetro.

Com ajuda de um calibrador específico para maçãs/pêras – homologado pelo Ministério da Agricultura – e considerando-se 80 o valor adequado para este parâmetro, foi realizada uma pré-seleção *in situ* das amostras. Já no laboratório foi verificado o estado de maturação, analisando um extrato do sumo de cada peça mediante a determinação do teor de sólidos solúveis, graus *Brix*, utilizando um refratómetro digital (Figura 42). Escolheram-se unicamente as peças com um teor de sólidos solúveis compreendido entre 10 e 11° *Brix*.

Para a preparação do *Classic Margarita* – correspondente à base a impregnar – foram utilizados os seguintes ingredientes: (1) Tequila 100% agave da marca *Sierra* (2) Licor *Cointreau* (3) Sumo de limão fresco elaborado a partir de limões procedentes de Espanha e adquiridos no comércio local (Figura 43). Para o estudo do efeito do sal no comportamento do produto, foi utilizada flor de sal, da marca *Sal y Mar* adquirida no mercado local. A quantidade de cada um dos ingredientes é apresentada no subcapítulo 2.1 deste Capítulo (pré-elaborações).



Figura 43 - Ingredientes do cocktail *Margarita*.

Maceração com Óxido de Cálcio

A variedade de abóbora selecionada foi *Moranga*, pelo facto de ter um tamanho razoavelmente grande, facto que permite preparar todas as amostras utilizando o mesmo fruto, e assim minimizando o erro na amostragem.

O óxido de cálcio, da marca comercial *ArenLux*, foi cedido por um estabelecimento especializado no sector da construção, Benjamin SL., com morada em Castroverde, Galicia, Espanha. O produto foi embalado em vácuo para melhorar a sua conservação.

Para a preparação da calda de açúcar – que servirá como meio de cozedura – foi utilizado açúcar branco da marca Sidul. Como ingredientes aromatizantes foram utilizados: (1) Raiz de Gengibre fresca; (2) Pele de

Citrinos: Laranja, Limão, e Lima; (3) Cravinho da Índia. (Figura 44). Todos os ingredientes foram adquiridos no comércio local.



Figura 44 - Preparação da calda de açúcar aromatizada.

1.2 EQUIPAMENTO ESPECÍFICO UTILIZADO

Impregnação em Vácuo

Como já referido, para o trabalho com a técnica da Impregnação em Vácuo é preciso recorrer a uma câmara de vácuo semi-industrial e a sacos de vácuo de 10 cm de base x 20 cm de altura, adquiridos na loja *César & Castro*, em Lisboa. Para a preparação das amostras foi utilizada uma câmara de vácuo da marca ElectroLux, modelo Lx-5945. Entre o material necessário para a execução da receita pode-se destacar: descascador, cortador automático de gomos, tábua de cortar, faca para aparar, espremedor de citrinos, coador, provetas, balões volumétricos, e *shaker* ou copo misturador de bebidas.

Maceração com Óxido de Cálcio

Para o processamento da matéria prima bruta foi necessário: descascador, faca, tábua de cortar, assim como de régua com escala milimétrica para a definição das dimensões da amostra. Foi também utilizada uma balança analítica para realizar a pesagem dos ingredientes sólidos como a cal e o açúcar. Por último, para o tratamento térmico, foi utilizada uma placa de indução, um tacho de *inox*, papel vegetal cortado segundo as dimensões do tacho, assim como um sistema de controlo de temperatura, composto por suportes metálicos reguláveis e termómetro digital.

2. MÉTODOS

2.1 PRÉ - ELABORAÇÕES

Antes de proceder à preparação das amostras, passamos a descrever a formulação das pré-elaborações necessárias. Nomeadamente o “*Classic Margarita*” – o cocktail utilizado para impregnar a maçã –, e ainda, a calda de açúcar aromatizada que foi utilizada como meio de cozedura para o doce de abóbora. No caso do *cocktail*, uma vez elaborado foi dividido em duas partes não necessariamente idênticas, dependendo do volume requerido de cada uma. A uma delas foi acrescentada uma percentagem de sal correspondente a 0,15% do peso total do preparado (maçã + bebida), para a posterior avaliação do efeito desta componente na libertação de voláteis.

Tabela 10 - Ingredientes para as pré-elaborações.

Para o <i>Classic Margarita</i>	Para a calda de Açúcar Aromatizada
30 mL de sumo de limão	1 L de água mineral (Luso)
60 mL de Tequila	0,5 kg de açúcar refinado
30 mL de <i>Cointreau</i>	20 g de gengibre, pelado e em rodela finas
30 mL de Água	5 g (para cada) de casca de laranja, limão e lima cortada fina com o mínimo de albedo
Flor de Sal (se aplicável)	2 ud. de cravinho da Índia
(0,15% do peso da maçã e do cocktail)	2 paus de canela em rama

Procedimento

(1) Eliminar os sólidos em suspensão do sumo de limão com ajuda de um coador;	(1) Introduzir a água com o açúcar num tacho e levar até ao ponto de ebulição;
(2) Misturar todos os líquidos no copo do <i>skaker</i> , e agitar vigorosamente;	(2) Acrescentar todos os ingredientes aromatizantes e desligar a fonte de calor
(3) Reservar numa garrafa de vidro no frigorífico.	(3) Infusionar durante 1 h
	(4) Arrefecer e reservar no frigorífico.

2.2 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Impregnação em Vácuo

Todas as amostras de maçã tiveram um processo de preparação semelhante, variando apenas a fase final, correspondente à aplicação do vácuo na câmara.

Inicialmente, retira-se a pele das maçãs com a ajuda de um descascador, e posteriormente cortam-se em gomos iguais utilizando um cortador metálico automático, resultando um total de 8 gomos por peça de fruta (Figura 45). O facto de cortar de forma automática permite trabalhar com porções de dimensões muito semelhantes. Em cada um dos sacos introduz-se um total de 5 gomos, os quais são previamente pesados para a posterior determinação da massa de líquido impregnado.



Figura 45 - Maçãs e equipamento antes do processamento.

A seguir, em cada um dos sacos é adicionado um volume de 100 mL do *Margarita*, à temperatura de refrigeração, e posteriormente todos são introduzidos num abatedor de temperatura até atingir os 5° C (Figura 46). Este processo é realizado como precaução para minimizar a perda de voláteis na câmara de vácuo, pois ao ser aplicada uma pressão negativa, o ponto de ebulição do líquido de impregnação diminui consideravelmente. Quanto menor é a temperatura de operação menor será o valor de vácuo ao qual o líquido vai entrar em ebulição, minimizando-se a perda de substâncias voláteis.



Figura 46 - Abatedor de temperatura (Foto do Autor).



Figura 47 - Câmara de vácuo (Foto do Autor).

Para o processo de impregnação (Figura 47) foi necessário programar a câmara de vácuo, tendo em vista as cinco amostras diferentes que se pretendia preparar. O branco (M0) corresponde unicamente à maçã crua, sem tratamentos. A amostra M1 corresponde a maçã macerada diretamente no *cocktail*, sem tratamento de impregnação, durante 3 h. A amostra M2 corresponde a um tratamento de média impregnação – aplicação de uma percentagem de vácuo do 95% durante 28 segundos. A amostra M3 corresponde a um tratamento de forte impregnação – correspondente à aplicação de uma percentagem de vácuo de 99,9% durante 47 segundos. A diferença entre a amostra M3 e M4 não radica na percentagem de vácuo aplicada, mas sim na composição da bebida de impregnação. Como já referido, uma parte da solução a impregnar foi reservada para o estudo do efeito do sal na libertação de compostos voláteis, assim como para a posterior análise sensorial. A amostra M4, corresponde à impregnação com adição de sal e, foi destinada aos estudos referidos, e não para os ensaios de cor e textura. O processo de preparação da amostra M4 foi semelhante às restantes, mudando unicamente a fase

final: uma vez cortados, os cinco gomos de maçã são pesados (p. ex. 65,76 g) e introduzidos no saco de vácuo, em conjunto com os 100 mL da bebida de impregnação (96,34 g). A percentagem de sal aplicada é de 0,15% do peso da maçã e da bebida, portanto, neste caso foi introduzida uma quantidade de sal correspondente a 0,24 g.

Uma vez realizado o tratamento, as amostras foram conservadas em refrigeração até as determinações serem efetuadas.

Maceração com Óxido de Cálcio

De acordo com o problema analítico – que impacto têm na textura dos cubos de doce de abóbora as características do tratamento a que é submetida – foram planeados vários estudos, em particular, a optimização da técnica com base ao binómio *concentração de cal/tempo de maceração*; o efeito nas pectinas do tratamento de maceração, e a sua consequência na firmeza do vegetal cru; e o efeito na formação da camada de pectato de cálcio de uma maceração de 24 horas.

O primeiro passo consiste no tratamento da matéria prima bruta. Para isso, a abóbora é descascada e cortada em cubos de 2 cm x 2 cm, e reservada à temperatura de refrigeração (Figura 48). Várias porções da abóbora neste estado foram reservadas para servirem como padrões nas determinações seguintes. Para esta elaboração, de uma peça de abóbora (8,20 kg) resultaram um total de 150 cubos (1,12 kg) das dimensões referidas.

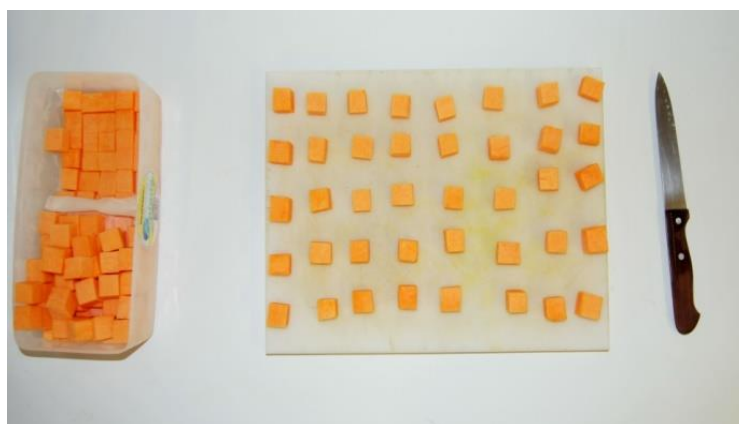


Figura 48 - Cubos de Abóbora (Foto do Autor).

1) Estudo do binómio *Concentração de Cal/ Tempo de Maceração* na textura dos cubos doces

Para este primeiro ensaio, foram preparadas 3 soluções com concentrações de cal diferentes, correspondentes a: 15 g/L; 30 g/L; 60 g/L. Estas concentrações basearam-se nos conhecimentos adquiridos durante o estágio. Pesou-se a quantidade de cal indicada numa balança analítica, introduziu-se num balão volumétrico de 1L, acertou-se o volume com água destilada, e mexeu-se até a cal se dispersar. O pH de cada solução foi registado, sendo 12,00, 12,08 e 12,14 respetivamente. Uma vez preparadas as soluções, foram colocados 3 recipientes de plástico sobre 3 placas de agitação magnética. Em cada um foi introduzida uma das soluções de maceração, um agitador magnético, e 30 cubos de abóbora (Figura 49).

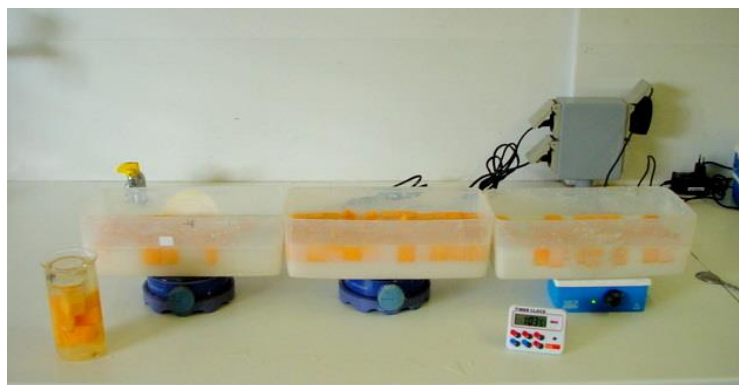


Figura 49 - Sistema prático para o binômio Concentração/Tempo (Foto do Autor).

Com o objetivo de estudar o efeito do *tempo de maceração* na textura, foram definidos vários níveis (1h 30m, 3h e 4h 30m), para cada *concentração de cal*. Decorrido o tempo de maceração adequado para cada binômio, retirava-se do banho um total de 10 cubos ($n=10$). Em resumo, para um tempo de 1h 30m as amostras foram chamadas A1 (15 g/L), A2 (30 g/L) e A3 (60 g/L); para um tempo de 3 h as amostras foram chamadas B1, B2 e B3, seguindo a mesma sequência de concentração; e por último, para um tempo de 4h 30m as amostras foram chamadas C1, C2 e C3

Após serem retiradas do banho de maceração, as amostras foram lavadas em água corrente, para retirar o excesso de solução de cal da superfície. Posteriormente, foi aplicado o tratamento térmico. Para isso, foram introduzidas num tacho, separadas umas das outras por grelhas metálicas de cocção a vapor. Além das amostras maceradas em cal, foram introduzidos 10 cubos de abóbora sem tratamento nenhum, para servir de referência ou branco. Adicionou-se um volume de 2 litros de calda de açúcar previamente elaborada e cobriu-se com folha de papel vegetal recortada, para evitar a evaporação da água e a sobre concentração da calda. Levou-se a uma temperatura de 90° C durante 1 h 30 min, e concluído esse tempo, as amostras foram retiradas e arrefecidas num abatedor de temperatura dentro da própria calda, até atingirem os 5° C. (Figura 50)



Figura 50 - Sistema prático para o tratamento térmico.

Os cubos foram conservados no frigorífico dentro da própria calda em recipientes plásticos, antes de realizar os ensaios de textura com base nos quais se determinaram as condições ótimas de maceração.

2) Estudos complementares

Após do estudo do binômio foram planeados dois estudos complementares: a determinação da influência da maceração na firmeza antes do tratamento térmico, e o efeito de uma maceração prolongada na firmeza do produto.

Estudo da influência da maceração em cal na firmeza do vegetal cru

Seguindo a hipótese de que o cálcio se liga às pectinas formando uma camada de pectato de cálcio, foi planejado o estudo do efeito da maceração em cal na firmeza da abóbora, antes de ser submetida ao tratamento térmico. Para a preparação das amostras, escolheu-se a solução de 15 g/L de cal, e nela foram introduzidos 30 cubos de abóbora. Decorridas 3 h, 4,5 h e 24 h, foram retirados 10 cubos respectivamente a cada tempo, dando lugar às amostras P1, P2 e P3. Os cubos foram lavados, e conservados a temperatura de refrigeração até o momento das determinações. Além disso, utilizaram-se também 10 cubos de abóbora sem tratamento de maceração, os quais se denominaram Branco*, para diferenciar do Branco que sofreu tratamento térmico.

Estudo do efeito duma maceração prolongada na firmeza do produto

Em continuação do ensaio anterior, e seguindo a hipótese da formação do pectato de cálcio em modelo *egg-box* (ver Sub-capítulo 4.1 do Capítulo I), foi avaliada a firmeza da abóbora submetida a tratamento térmico e da abóbora em cru, em função de um tempo de maceração prolongado (24 h). O objetivo do estudo foi verificar se, da mesma forma que ocorre na gelificação com alginato em presença de cálcio, existe uma migração do catião do exterior até ao interior do cubo de abóbora, com o consequente incremento na firmeza do produto final. Para este estudo, utilizaram-se os 10 cubos de abóbora macerados durante 24 h na solução de 15 g/L, e neles foi realizado o tratamento térmico de forma idêntica ao resto de amostras. Esta amostra foi chamada T1. Após a leitura no texturómetro, os resultados foram comparados com as amostras maceradas na solução com concentração de cal de 15 g/L - 1,5 h, 3 h e 4,5 h, (A1, B1 e C1) e com o branco.

2.3 AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS

2.3.1 Determinação da Cor

A determinação da cor das amostras foi realizada num Colorímetro Minolta CR-300 (Minolta, Japão) (Figura 51), em função da refletância e com apresentação dos resultados de acordo com o sistema CIELAB, em termos das coordenadas L^* , a^* e b^* , cujo significado foi já referido no sub-capítulo 5.1 do Capítulo I.



Figura 51 - Colorímetro Minolta CR-300 (Foto do Autor).

O equipamento foi previamente calibrado com um padrão branco Minolta ($L^*96,96$, $a^*0,37$, $b^*2,10$). O resultado foi lido diretamente no visor do aparelho e foram realizadas 10 leituras em cada réplica. Foram estudadas tanto as amostras de abóbora como as de maçã, correspondentes às duas técnicas estudadas no trabalho.

2.3.2 Determinação da Textura

A análise de textura para as diferentes amostras foi realizada num texturómetro TA.XT-plus (Stable Microsystems, Reino Unido) (Figura 52), numa sala com temperatura ambiente controlada (20 ± 2 °C), recorrendo a testes de análise de perfil de textura (TPA), em modo de penetração. Considerou-se um período de 5 s entre os dois ciclos e a sonda cilíndrica de aço inoxidável de 4 mm de diâmetro teve uma velocidade de entrada e saída da amostra de 1 mm/s.

Seguindo este método, foram estudadas as amostras correspondentes à técnica de impregnação em vácuo e maceração de vegetais em cal. Os parâmetros de textura obtidos foram descritos previamente na secção 5.3 do capítulo I, e obtidos a partir dos texturogramas que representam a força vs o tempo.

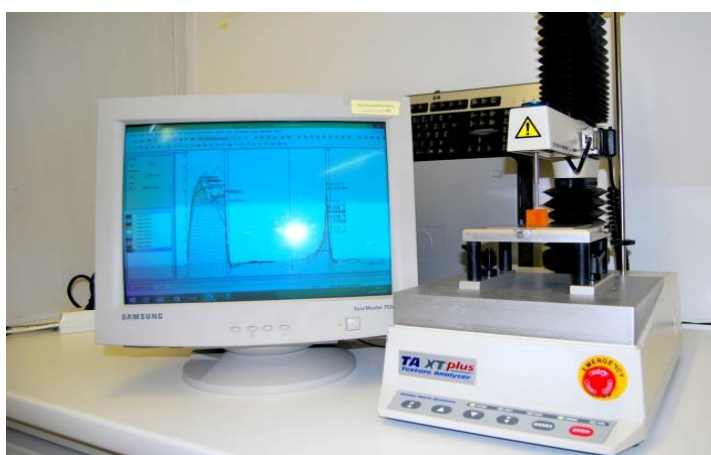


Figura 52 - Texturómetro a realizar uma determinação. (Foto do Autor)

Do texturograma obtiveram-se os valores de firmeza (N), adesividade (-N.s) e coesividade, por se verificar que foram os atributos que melhor discriminavam as características dos produtos e se correlacionam com a percepção sensorial.

Os ensaios foram realizados diretamente nas amostras, previamente estabilizadas à temperatura de consumo adequada.

Os ensaios foram realizados numa sala com temperatura controlada de 20 ± 1 ° C.

2.3.1 Determinação do Perfil de Libertação de Voláteis

Esta determinação foi realizada seguindo o método *HS-SPME-GC-MS*, só nas amostras de maçã, correspondentes à técnica da impregnação a vácuo. Previamente ao estudo das amostras, procedeu-se à otimização do método de análise, com o objetivo de determinar vários parâmetros de interesse, como o tipo de fibra a utilizar ou os diferentes parâmetros do procedimento operacional a efetuar.

Como já referido, o processo de SPME envolve dois passos sucessivos; o primeiro, corresponde à extração/concentração dos analitos desde a amostra até ao espaço de cabeça (HS), e posteriormente para a fase estacionária. O sistema de SPME usado consistiu numa fibra de sílica fundida revestida com a fase estacionária – fibra DVB-CARB-PDMS – ligada a um êmbolo de aço, e um detentor semelhante a uma micro-seringa. A

extração foi realizada recorrendo a um banho termostatzado e a um suporte metálico. O frasco da amostra foi colocado no suporte e introduzido no banho, e este último foi aquecido. A fibra de *SPME* foi introduzida, de forma a perfurar o septo da tampa do frasco da amostra no momento em que a temperatura do banho atingiu os 80° C. Em cada análise a fibra ficou exposta durante 30 minutos.

O segundo passo corresponde à dessorção térmica do extrato concentrado, para dentro da coluna do GC-MS (Figura 53). O sistema de *SPME* foi introduzido dentro do injetor do GC, onde a fibra foi exposta para dessorção dos analitos e a imediata condução destes para a coluna cromatográfica (pelo gás de arraste, He), iniciando-se desde logo a análise cromatográfica¹⁶. A injeção em modo *splitless* (válvula de repartição fechada, 3 min.) foi realizada com uma temperatura do injetor de 250° C.

A separação e deteção dos analitos foi realizada por meio de um sistema de *GC-MS* (Agilent Technologies, EUA) com um GC 6850, acoplado a um detector de massa seletivo 5975C VL MSD, com uma coluna capilar não polar de sílica (30 m x 0,32 mm ID; d_f : 0,25 μ m) com fase estacionária 5% fenil-/95% dimetilpolisiloxano (DB-5ms, Agilent - J & W Scientific), mantida a 30° C por 1 min, e em seguida, rampa até 150° C a 5° C/min seguida de rampa até 315° C a 20° C/min. O hélio foi o gás de arraste usado a um fluxo de 1,0 mL/min.

No espectrómetro de massa, a fonte iónica, quadrupolo, e a linha de transferência foram mantidas a 230°, 150°, e 250° C, respectivamente. Os espectros de massa foram obtidos por impacto eletrónico (EI) a 70 eV e cobrados a uma taxa de 1 leitura/s num intervalo mássico de m/z de 30-300, e usando *software* MSD ChemStation E.02.00493 (Agilent Technologies, EUA).



Figura 53 - À esquerda, banho de aquecimento que promove a convecção dos analitos para o *espaço de cabeça*. À direita, cromatógrafo gasoso acoplado a detector de espectrometria de massa. (Fotos do Autor)

Uma vez selecionada a fibra mais adequada para as análises (DVB-CARB-PDMS), procedeu-se à caracterização individual de cada ingrediente do cocktail – tequila, triple sec, e sumo de limão fresco. Este procedimento permitiu identificar os componentes voláteis existentes nos diferentes ingredientes e prever qual o contributo destes no perfil final dos preparados. Para isso, cada bebida foi estudada por separado; introduziu-se um volume de 4 mL de cada uma delas nos frascos ou *vials* anteriormente descritos. O processo de análise decorreu segundo o método descrito anteriormente.

¹⁶ Entre cada análise a fibra de *SPME* (DVB-CARB-PDMS) foi condicionada durante 30 min. a 250° C, no bloco de injeção do GC (de acordo com as especificações da marca Supelco).

Numa segunda fase procedeu-se ao estudo das amostras de maçã impregnada. As amostras estudadas foram maçã normal sem tratamento, que serviu como branco (B1), maçã pouco impregnada (M1), maçã meio impregnada (M2) e maçã muito impregnada (M3). Todas as amostras foram retiradas dos sacos e trituradas com ajuda de um ralador fino; posteriormente, foram seguidos os passos anteriormente descritos (Figura 54).

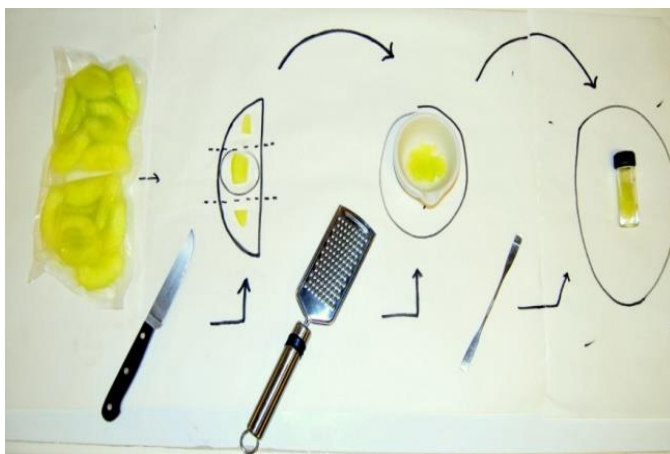


Figura 54 - Representação esquemática do tratamento das amostras antes da análise (Foto do Autor).

Por último, estudou-se o efeito do sal (NaCl) na libertação dos compostos voláteis. Para isso, introduziu-se uma amostra de tequila (4 mL) nos vials anteriormente descritos, e posteriormente foi-se adicionando sal até a saturação da matriz. Os vials foram hermeticamente fechados e continuou-se com os passos anteriormente descritos.

A identificação de compostos foi baseada na forma da fragmentação através de espectros de massa. A identificação dos componentes individuais foi realizada por meio da comparação dos seus espectros de massa com os padrões espectrais e bibliotecas de *GC-MS* (NIST 98 e Wiley 275) ou na literatura (Jennings *et al.*, 1980; Adams, 1995), permitindo a detecção de alguns componentes minoritários e identificação de compostos que possam surgir a partir de picos cromatográficos incompletamente resolvidos. As identificações foram obtidas por comparação espectral com os padrões espectrais e bibliotecas, com ajustes superiores a 85%. Os componentes voláteis foram positivamente identificados pela verificação da semelhança do espectro de massa e os seus valores do tempo de retenção (*tr*) e do índice de retenção de Kovats (KI) (Adams, 1995).

2.4 ANÁLISE SENSORIAL

Neste trabalho o método escolhido foi um teste afetivo (avaliação de aceitabilidade) para determinar a opinião dos provadores em relação a amostras de maçã impregnada com Margarita. Para dito teste, foram seleccionadas três amostras de maçã: maçã pouco impregnada (M1), maçã muito impregnada (M3) e maçã muito impregnada com sal (M4).

As maçãs impregnadas foram avaliadas por um painel de 70 provadores não treinados que preencheram uma ficha de avaliação baseada na apreciação de vários parâmetros sensoriais (aparência, cor, aroma, sabor, textura e impressão global). A ficha de avaliação foi realizada de acordo com a escala hedónica estruturada de cinco pontos (1 – gostei muito a 5 – desgostei muito). A prova sensorial foi realizada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa por funcionários e alunos, numa sala com luz natural, livre de

ruídos e odores, onde foram criados postos de prova individuais. As amostras foram avaliadas numa única sessão, e foram codificadas com três dígitos aleatórios. A ficha de prova encontra-se referida no Anexo I.

2.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada para todas as amostras e todos os testes, com o objetivo de identificar diferenças significativas entre os valores de cada parâmetro obtido. Os dados referentes a cor, firmeza, adesividade, coesividade, e ainda os resultados da análise sensorial, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) *one-way*, sendo realizado testes de comparação múltipla de Tukey. Considerou-se em todos os casos um nível de significância de 95% ($p < 0,05$). Ambas as análises foram efetuadas através do software *Microsoft Office Excel*, versão 2013.

1. IMPREGNAÇÃO EM VÁCUO

1.1 DETERMINAÇÃO DA COR

Atendendo a que a maçã tem uma cor pálida e esbranquiçada, e que o tratamento de impregnação muda consideravelmente a cor – devido à ocupação dos poros com o líquido de impregnação – é importante avaliar o impacto desta mudança nos produtos estudados.

Os valores das coordenadas da cor, L^* , a^* e b^* da maçã sem impregnação (B1), a maçã pouco impregnada (M1) meio impregnada (M2) e muito impregnada (M3) são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Parâmetros da cor para as amostras de maçã sem impregnação (B1) e com diferentes graus de impregnação. Os valores apresentados correspondem à média e desvio padrão.

	L^*	a^*	b^*
B1- Sem Impr	$80,35 \pm 0,09^a$	$-6,04 \pm 0,17^m$	$20,18 \pm 1,87^w$
M1- Pouco Impr	$50,21 \pm 1,73^b$	$-4,83 \pm 0,21^n$	$14,69 \pm 0,81^x$
M2 – Medio Impr	$42,86 \pm 2,40^c$	$-4,27 \pm 0,20^o$	$13,46 \pm 0,63^y$
M3 – Muito Impr	$37,91 \pm 1,41^d$	$-3,18 \pm 0,23^p$	$5,55 \pm 0,61^z$

Os valores de L^* (luminosidade) das amostras de maçã analisadas encontram-se no intervalo de 38 a 80, o que mostra uma diferença considerável entre elas. Este parâmetro dá conta da variação “escuro – claro” da cor, o que significa que, em termos de componente L^* , a amostra B1 (maçã sem impregnação) apresenta a tonalidade mais clara, e a M3 (mais impregnada), a mais escura.

Segundo Prati *et al.* (2005), valores positivos de a^* mais elevados indicam tendência a cor vermelha e os negativos de cor verde, enquanto que os valores positivos de b^* expressam maior intensidade de amarelo e os negativos maior intensidade de azul.

A amostra que apresenta uma tonalidade mais esverdeada é a B1, que não sofreu tratamento de impregnação, e o que apresenta uma tonalidade mais avermelhada é a amostra M3, correspondendo à maior impregnação. Verifica-se que em relação à coordenada da cor b^* (azul-amarelo) a amostra M3 apresenta uma tonalidade menos amarela, e a amostra B1 apresentam a tonalidade mais amarela.

Para os três parâmetros, verificou-se que todas as amostras estudadas são significativamente diferentes ($p < 0,05$) umas das outras. A Tabela 12 mostra a diferença total de cor entre a maçã sem impregnação e as amostras de maçã impregnadas.

Tabela 12 - Diferença total de cor entre o branco e as amostras de maçã estudadas.

	M1- Pouco Impr	M2 – Medio Impr	M3 – Muito Impr
ΔE^*	34,4	42,4	54,2

Segundo Castelar *et al.* (2006), o facto ΔE^* apresentar valores superiores a 5 quer dizer que as diferenças entre o branco e as amostras são perceptíveis ao olho humano, podendo ser reconhecidas sem necessidade de medição analítica. Pode-se concluir que a amostra mais impregnada é aquela que mais difere da maçã sem impregnação, seguida pela meio impregnada e por último pela pouco impregnada. O facto da cor ser diferente do produto original – maçã não impregnada – é uma vantagem, pois trata-se de criar um novo produto utilizando a maçã como suporte físico, onde se introduz um líquido com uma cor diferente da original.

Estudo qualitativo do processo de oxidação da maçã

Durante a análise sensorial realizada a maçãs impregnadas, observou-se um fenómeno muito interessante e com uma grande aplicabilidade prática. O facto de os provadores irem aparecendo ao longo da manhã implicava que, por vezes, as amostras ficavam fora do saco em contato com o ar. Algumas delas, em concreto as amostras M1 e M3, ficavam escuras e oxidadas mesmo tendo decorrido pouco tempo após a abertura do saco de vácuo; por outro lado, as amostras M4, às quais tinha sido adicionada uma concentração mínima de sal, não escureciam por longos períodos de tempo.

No entanto, a indisponibilidade temporal do colorímetro não permitiu realizar um estudo quantitativo sobre este fenómeno, mas este foi registado através de fotografias, nas quais se pode apreciar visualmente a evolução da cor das maçãs. As Figuras 55, 56 e 57 mostram a evolução da cor das amostras M3 (sem sal) e M4 (com sal) expostas ao ar, no tempo 0 (t_0), após 30 minutos (t_1), e após 24 horas (t_2).



Figura 55 - Avaliação qualitativa da oxidação da maçã – t0.



Figura 56 - Avaliação qualitativa da oxidação da maçã – t1 (30m).



Figura 57 - Avaliação qualitativa da oxidação da maçã - t2 (24 h).

Pode-se observar que após 24 horas de exposição, as maçãs com sal ainda conservam em grande parte as tonalidades esverdeada e clara, em contraposição com aquelas sem sal, que perderam as cores originais e ganharam cores pardas, fruto da oxidação.

1.2 DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE TEXTURA

Através da Análise do Perfil de Textura (TPA) obtiveram-se os parâmetros de textura já referenciados no ponto 5.3 do Capítulo I. A Figura 58 corresponde a um texturograma obtido para uma amostra de maçã muito impregnada (M3). A primeira curva em cor vermelha representa a entrada e a saída da sonda no primeiro ciclo, e a segunda curva refere-se à segunda penetração.

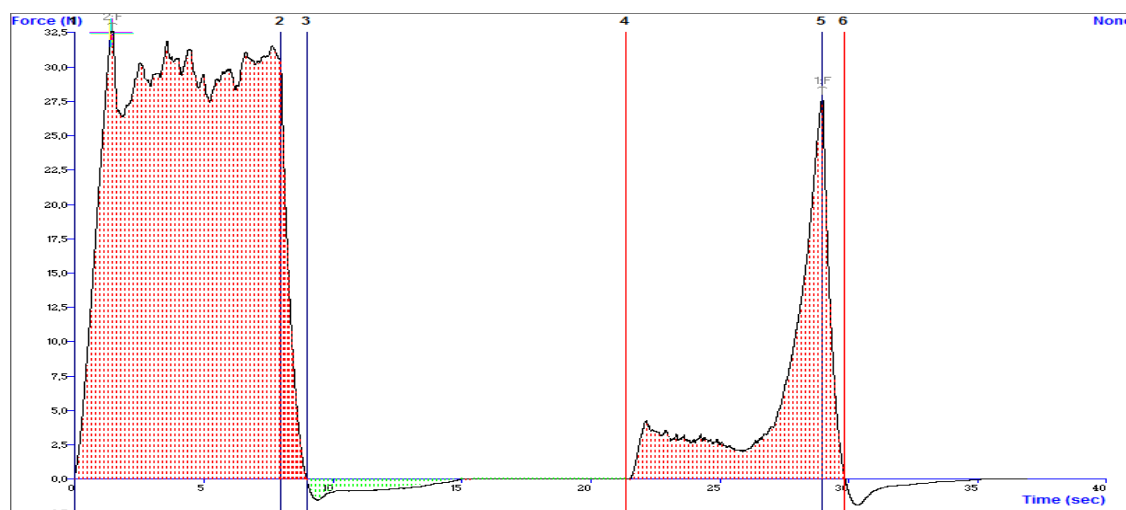


Figura 58 - Representação do perfil de textura (TPA) de uma amostra de maçã muito impregnada (M3).

Na Figura 59 apresentam-se os valores da firmeza a partir do TPA das amostras estudadas com os diferentes graus de impregnação.

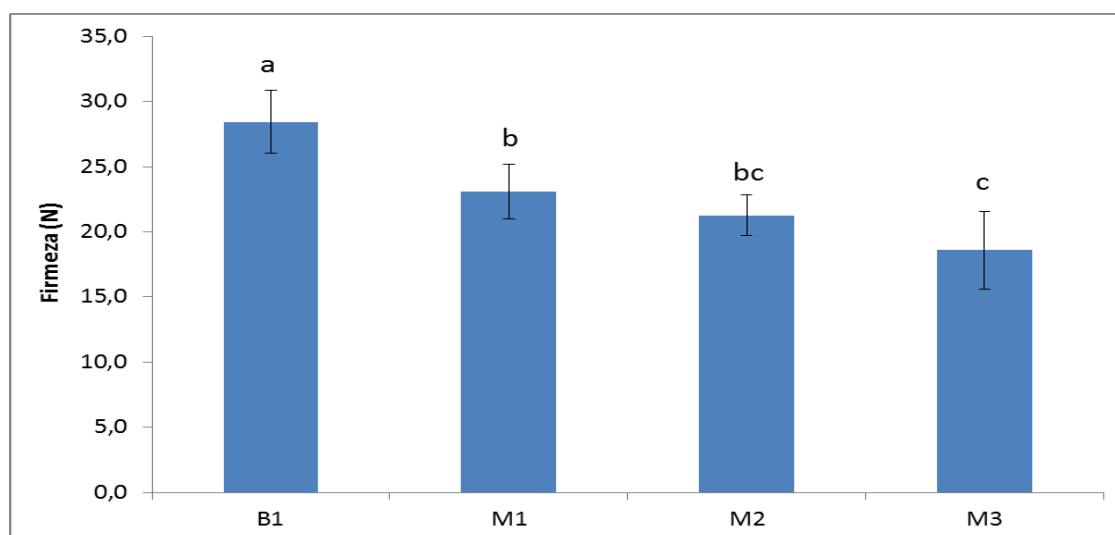


Figura 59 - Firmeza das amostras de maçã sem tratamento (B1) e submetidas à impregnação em vácuo (M1 – pouco, M2 – meio, M3 – muito). As letras localizadas acima de cada barra representam a diferença significativa entre as médias para $p < 0,05$ (ANOVA, teste de Tukey)

Verifica-se que a firmeza das amostras diminui na medida em que a impregnação é maior, sendo a maçã sem tratamento de impregnação (B1) significativamente ($p < 0,05$) mais firme. No entanto, a firmeza das amostras pouco impregnada (M1) e meio impregnada (M2) não são significativamente diferentes, assim como é o caso das amostras M2 e M3 ($p < 0,05$). No entanto há uma diferença de significativa na firmeza das amostras M1 e M3. Por último, verifica-se que a amostra correspondente ao maior grau de impregnação (M3) é a de menor firmeza, contrariamente à hipótese inicial.

Em concordância com o que era suposto, a adesividade é um parâmetro pouco variável nos preparados, contudo, como se pode observar na figura 60, este parâmetro apresenta uma grande variabilidade, exibindo desvios padrão bastante elevados, o que faz com que não existam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras avaliadas, exceptuando a amostra M3.

O facto da amostra mais impregnada ser a mais adesiva pode-se explicar mediante o efeito sucção. As amostras pouco e médio impregnadas ainda contêm vacúolos de ar no interior, o que faz com que durante o ciclo de saída, a sonda não fique presa pelo efeito ventosa. Contrariamente, as amostras muito impregnadas não contêm ar no interior, e quando a sonda começa a sair, elas oferecem alguma resistência, e até fazem um pequeno sinal sonoro quando se descolam da sonda.

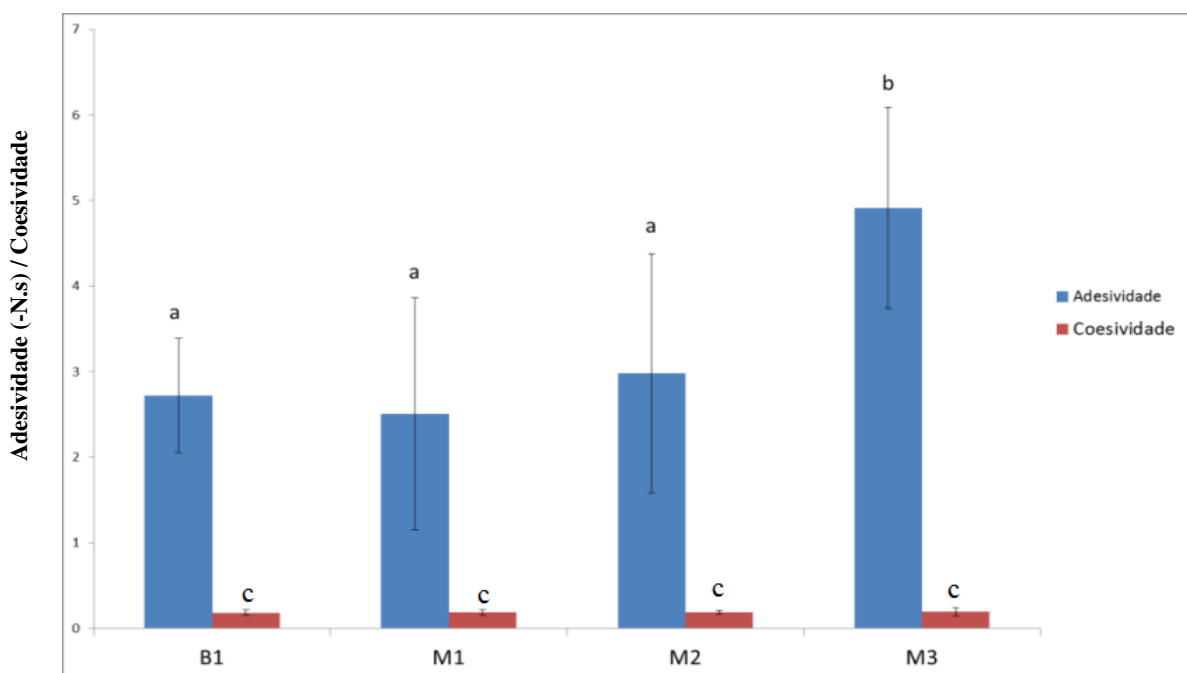


Figura 60 - Adesividade e coesividade das amostras sem tratamento (B1) e submetidas à impregnação em vácuo (M1 – pouco, M2 – meio, M3 – muito). As letras localizadas acima de cada barra representam a diferença significativa entre as médias para $p < 0,05$ (ANOVA, teste de Tukey)

Com base na percepção empírica do material em questão, a coesividade parecia ser um parâmetro interessante na caracterização da estrutura interna dos impregnados de maçã. Contudo, como se pode observar na figura 60, este parâmetro não apresenta variabilidade entre as amostras, o que faz com que não existam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras estudadas. Como tal, não existe nenhuma relação entre o grau de impregnação e a coesividade dos preparados.

1.3 - DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE LIBERTAÇÃO DE AROMAS

As técnicas instrumentais utilizadas para o estudo sobre a liberação de compostos voláteis ofereceram uma opção de análise qualitativa viável e de baixo custo. Com base nos métodos previamente descritos no ponto 5.2 do Capítulo I, obtiveram-se e compararam-se os perfis de liberação de compostos voláteis das amostras de maçã impregnadas com *Margarita* sob diferentes condições de processamento. Para tal fim, foram utilizados os tempos de retenção cromatográficos (*tr*) e os dados espectrais do espectrómetro de massas para cada composto.

No estudo preliminar, efetuado para a otimização dos parâmetros da metodologia a seguir concluiu-se que a fibra mais adequada para servir como fase estacionária era a fibra “CARB-DVB-PDMS”, devido a uma boa correlação entre a quantidade de picos presentes e a intensidade de cada um; em contrapartida, o resto das fibras estudadas mostraram ser ou demasiado seletivas – o que dificultava a interpretação e leitura dos dados – ou pouco seletivas.

Estudo da contribuição de cada bebida no perfil do cocktail margarita

Em relação ao estudo individual dos ingredientes constituintes do *cocktail*, os resultados revelaram a presença de uma grande variedade de compostos voláteis diferentes, e mostraram o contributo de cada um deles para o perfil de voláteis do combinado. Posteriormente foi analisada a bebida de impregnação, o *Margarita*, e dentro do vasto número de compostos identificados, podemos resumidamente apresentar alguns deles, que seleccionámos para servirem de compostos testemunha nas sucessivas análises; estes compostos aparecem identificados na figura 61. A análise dos perfis de compostos voláteis foi realizada através da representação gráfica dos cromatogramas, os tempos de retenção para cada composto, e o seu espectro de massa.

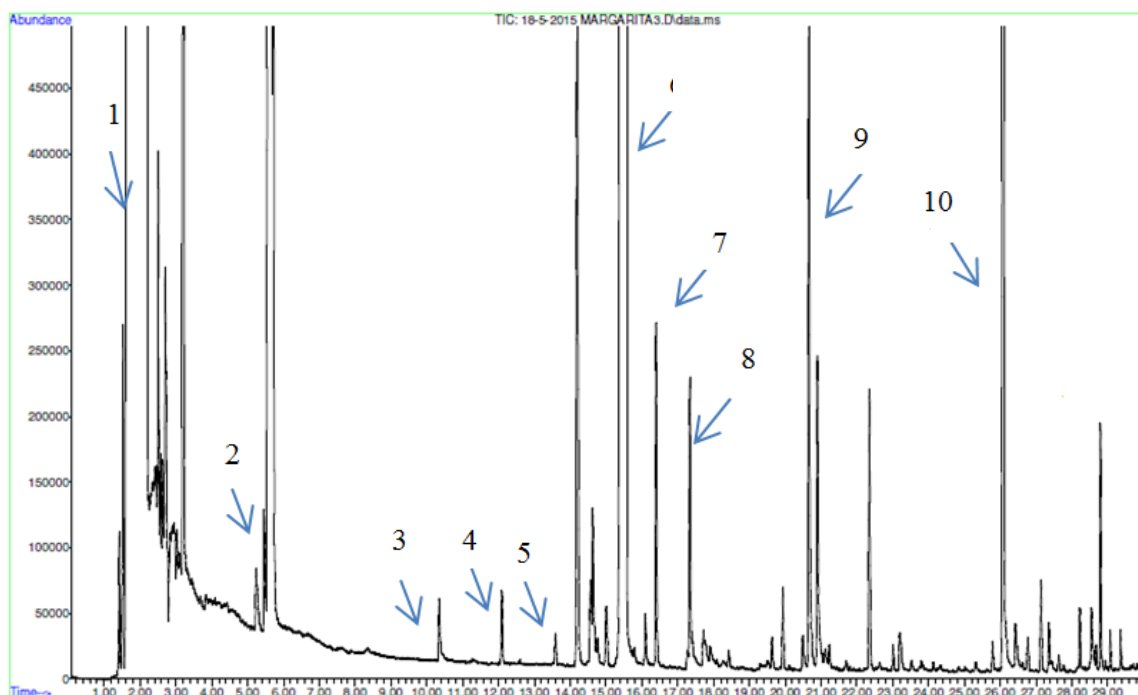


Figura 61 - Traçado de corrente iónica total obtido por (HS-SPME-GC-MS) do cocktail Margarita.

Na tabela 13 mostram-se os compostos voláteis de interesse identificados no cocktail, e a sua procedência.

Tabela 13 - Compostos voláteis presentes no cocktail Margarita e a sua procedência.

Número	Composto	Procedência
1	Etanol	<i>Tequila/Cointreau</i>
2	3-Metil-1-butanol / Álcool isopentílico	<i>Tequila</i>
3	alfa-Pineno	<i>Tequila</i>
4	β - Pineno	<i>Tequila</i>
5	β -Mirceno	<i>Tequila</i>
6	Limoneno	Sumo de limão/ <i>Cointreau</i>
7	Ácido Octanóico etil éster/Octanoato de etilo	<i>Tequila</i>
8	Decanal	<i>Cointreau</i>
9	Ácido Decanóico etil éster/Decanoato de etilo	<i>Tequila</i>
10	Ácido Dodecanóico etil éster/Dodecanoato de etilo	<i>Tequila</i>

Efeito do tratamento de impregnação em vácuo no perfil de compostos voláteis

Uma análise comparativa dos perfis obtidos para as amostras de maçã impregnada revela que existem diferenças significativas entre as três amostras, ou seja, para os mesmos componentes, diferentes tratamentos de vácuo resultam em diferenças notórias. A análise dos perfis de compostos voláteis foi realizada através da representação gráfica dos cromatogramas.

Na figura 62, o cromatograma superior esquerdo corresponde ao cromatograma do branco, ou seja, da maçã sem nenhum tratamento de impregnação nem maceração. Nele podemos observar a existência de alguns aromas característicos da maçã fresca como o Hexanal (II) (Silva et al, 2009). No entanto, estas moléculas desaparecem ou ficam mascarados no resto das amostras.

O cromatograma superior direito corresponde ao cromatograma da amostra M1, ou amostra que não sofreu tratamento de impregnação com *Margarita*, mas que foi mantido em maceração num saco hermeticamente fechado a vácuo. No caso da M1, observa-se uma maior quantidade de compostos voláteis, em comparação com as amostras M2 e M3, que sofreram exposição a uma pressão negativa. Portanto, pode-se concluir que a presença de compostos voláteis e a intensidade dos mesmos é inversamente proporcional ao grau de impregnação, contrariamente ao esperado na hipótese de partida.

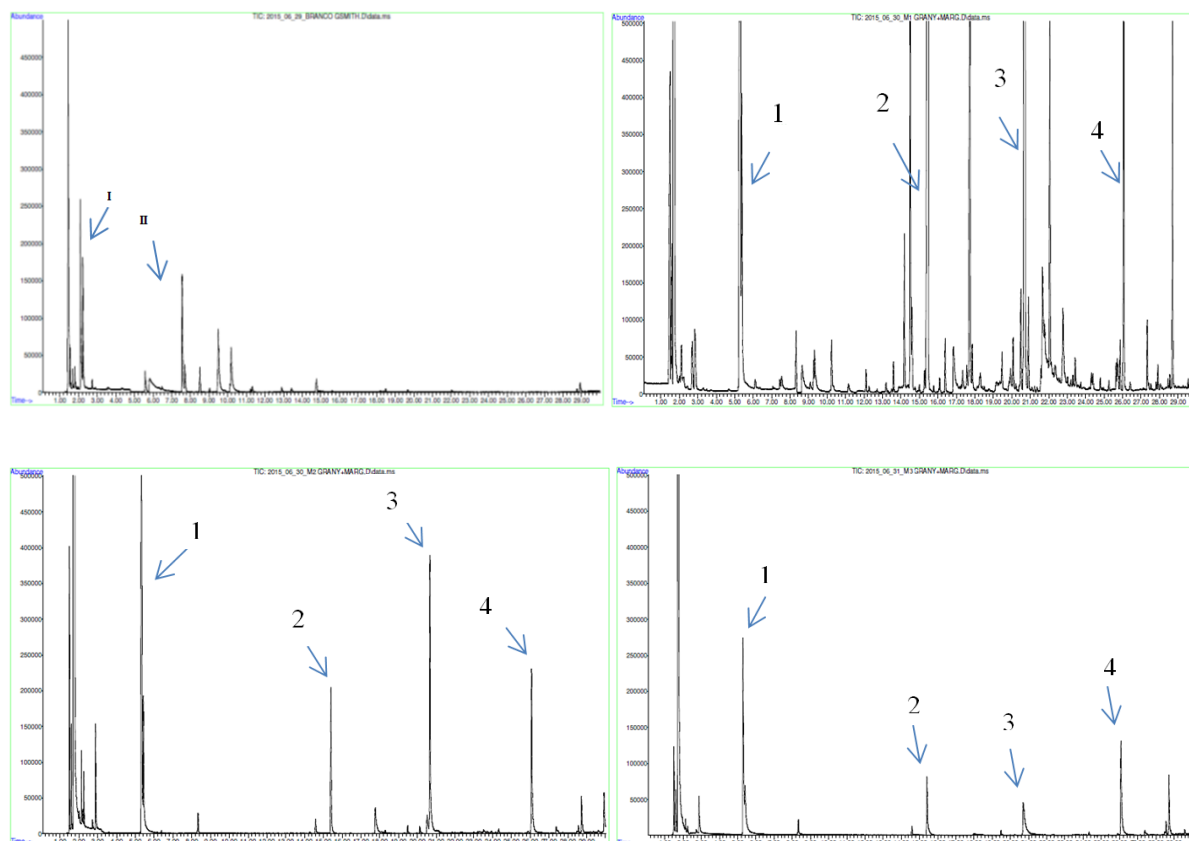


Figura 62 - Traçado de corrente iónica total obtida para as amostras de maçã impregnada. Da esquerda para a direita e de acima para baixo: B1, M1, M2 e M3.

A continuação, na Tabela 14 apresentam-se os compostos que permitiram fazer o seguimento das amostras.

Tabela 14 - Compostos testemunha da evolução do perfil de voláteis em base ao grau de impregnação.

Numero	Composto	Procedência
1	3-Metil-1-butanol / Álcool isopentílico	<i>Tequila</i>
2	Limoneno	Sumo de limão/ <i>Cointreau</i>
3	Ácido Octanóico etil éster/Octanoato de etilo	<i>Tequila</i>
4	Ácido Decanóico etil éster/Decanoato de etilo	<i>Tequila</i>

Esta tendência verifica-se nas amostras M2 e M3. Sendo a diferença entre elas a percentagem de vácuo atingida e o tempo de exposição a esse vácuo, a explicação que parece mais plausível para estes resultados prende-se com o facto das amostras com menor impregnação serem submetidas a um tratamento de vácuo menos intenso. O facto de realizar vácuo nas amostras e a manutenção deste durante um tempo prolongado (pressão negativa, que implica que o ponto de ebulição diminua e a bebida entre em ebulição) remove grande parte dos componentes mais voláteis e menos ligados pela matriz. Concluindo, do ponto de vista da riqueza em compostos voláteis (e portanto em grande parte, da riqueza aromática), o facto de realizar uma impregnação maior é uma desvantagem.

Efeito do sal na libertação de voláteis

O sal, pelas suas características, em particular solubilidade em água, é conhecido por ter um bom contributo nos processos extrativos de voláteis. Este diferencial justifica-se pelo contributo do efeito *salting-out*, onde a saturação da matriz aquosa com cloreto de sódio promove a diminuição da solubilidade dos componentes do aroma (de baixa hidrofília) na fase aquosa, favorecendo a extração dos analitos (Garruti *et al.*, 2011).

A *tequila* é uma bebida que costuma consumir-se com sal, seja o consumo em estado puro, ou através da sua combinação com outros ingredientes, em forma de cocktail. A maior parte das versões acompanham a bebida com sal (Caballero, 2014), e o fenómeno de *salting-out* faz-se notar. Para as características organolépticas, e em particular para o aroma, a *tequila* contribui com compostos de baixa polaridade, pouco solúveis na fase aquosa. Mediante a adição de sal eles tornam-se ainda menos solúveis, sendo esta uma justificação provável para que exista diferença nos resultados a seguir apresentados, onde se recolhe um cromatograma da *tequila* sem adição de sal, e outro com adição de sal.

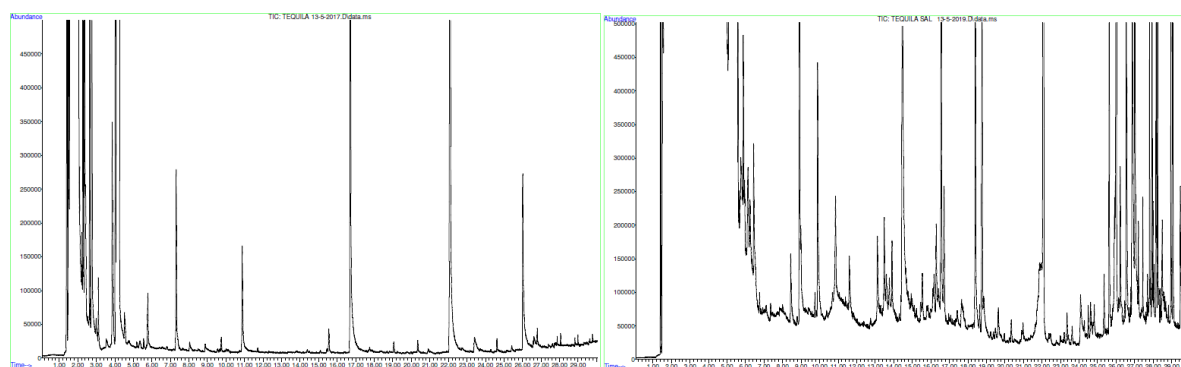


Figura 63 - À esquerda: traçado de corrente iónica total obtido por (*HS-SPME-GC-MS*) da *tequila* sem adição de sal. À direita: Traçado de corrente iónica total obtido por (*HS-SPME-GC-MS*) da *tequila* com adição de sal.

Da comparação dos compostos em destaque nestas amostras, verifica-se que os compostos voláteis detectados são em maior número e com maior intensidade quando há adição de sal. Ou seja, quando há adição de sal observa-se uma maior complexidade e riqueza em voláteis.

Este fenómeno foi verificado não só na *tequila*, como também nos preparados de maçã impregnada. Para o estudo, as amostras sujeitas a análise foram a amostra M3 e M4, correspondentes ao mesmo grau de impregnação, mas sendo a primeira impregnada com a bebida normal, e a segunda com a bebida em adição de sal. O resultado do estudo mostra-se na figura 64, e nela pode-se observar que existe uma maior intensidade dos picos marcados com números, correspondentes aos compostos testemunha identificados. No caso do Limoneno (2), por exemplo, a diferença entre a amostra M3 e M4 é muito grande. No caso dos Octanoato de etilo (3) e Decanoato de etilo (4), o efeito do sal traduz-se na aparição destes compostos no cromatograma, passando a ser picos bem definidos e diferenciados, ao contrário que na amostra sem sal.

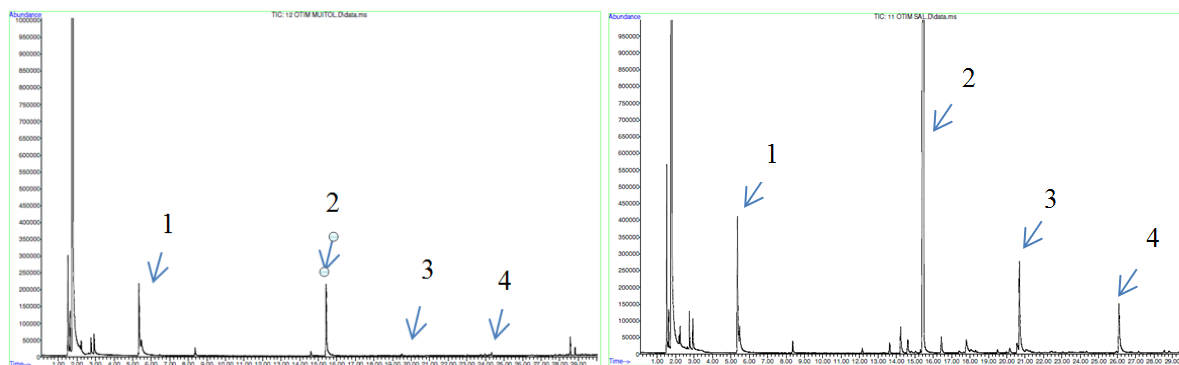


Figura 64 - À esquerda: traçado de corrente iônica total obtido por (HS-SPME-GC-MS) da amostra M3 sem adição de sal. À direita: Traçado de corrente iônica total obtido por (HS-SPME-GC-MS) da amostra M4 com adição de sal.

Tabela 15 - Compostos testemunha do *salting out* nas amostras M3 e M4.

Numero	Composto	Procedência
1	3-Metil-1-butanol / Álcool Isopentílico	Tequila
2	Limoneno	Sumo de limão/Cointreau
3	Ácido Octanóico etil éster/Octanoato de etilo	Tequila
4	Ácido Decanóico etil éster/Decanoato de etilo	Tequila

Resumidamente, a amostra que apresenta melhor perfil de voláteis é a amostra M1, mas como não é sujeita a um tratamento de vácuo, fica descartada da eleição. Entre as amostras M2, M3 e M4, as que apresentam melhor perfil de voláteis são a M2 e a M4, esta ultima devido ao efeito do *salting out*.

1.4 ANÁLISE SENSORIAL

Na tabela 16 mostram-se as médias dos valores hedônicos obtidos pelo teste de aceitação em relação aos atributos impressão global, sabor, aroma, aparência, textura e cor e para a intenção de consumo das formulações de maçã impregnada. Valores seguidos por pelo menos uma letra/símbolo igual na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Tabela 16 - Resultado do teste de aceitação relativamente aos atributos sensoriais estudados. As letras localizadas acima de cada barra representam a diferença significativa entre as médias para $p < 0,05$ (ANOVA, teste de Tukey)

Amostra	Aroma	Cor	Aparência	Textura	Sabor	Impressão Global	Intenção de Consumo
M3	4,0 b	3,2 I	3,2 m	4,3 y	4,2 g	4,1 β	2,3 k
M4	3,8 ab	4,2 III	4,1 n	3,9 x	3,8 fg	3,8 $\alpha\beta$	2,2 k
M1	3,5 a	3,8 II	3,8 n	3,8 x	3,7 f	3,7 α	1,9 k
Pr > F	0,001	0,000	0,000	0,004	0,022	0,050	0,053
Significativo	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não

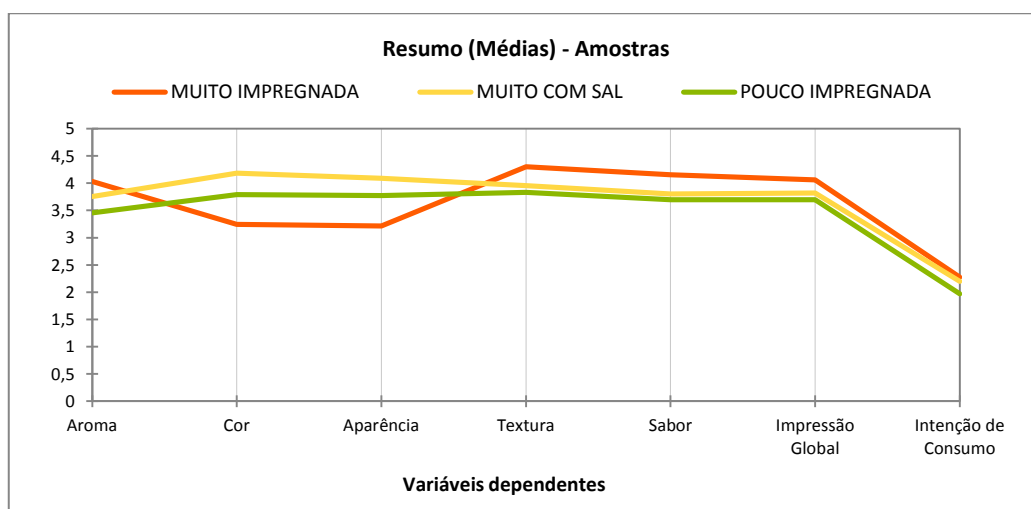


Figura 65 - Representação gráfica dos atributos sensoriais obtidos pelo teste de aceitação.

Na figura 65, verifica-se que os atributos aroma, textura e impressão global apresentaram maiores valores médios para a maçã muito impregnada, contribuindo para uma maior média de intenção de consumo. Porém, os dados de intenção de consumo somente indicam uma tendência, já que essas médias não diferiram das outras amostras no teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. A análise de preferência também não indicou a preferência por nenhuma das amostras, havendo distribuição de preferência entre as três amostras.

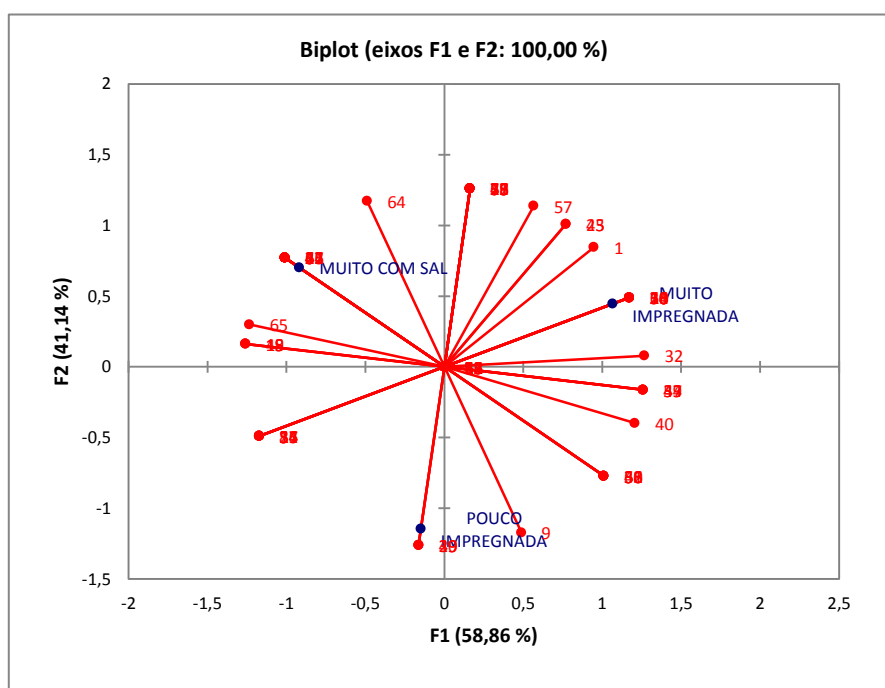


Figura 66 - Mapa de preferência interno para a aceitação global.

Já no mapa de preferência interno para a aceitação global abaixo verificou-se um distanciamento das três amostras, com distribuição dos provadores entre elas. A amostra com muita impregnação (M3) apresenta uma maior quantidade de provadores ao redor, o que indica uma tendência de maior aceitação para essa amostra. Ainda há um grande número de provadores que se encontram próximos ao centro do mapa, o que indica que não verificaram diferença entre as amostras.

2. MACERAÇÃO COM ÓXIDO DE CÁLCIO

2.1 DETERMINAÇÃO DA COR

A abóbora apresenta uma cor laranja intensa, mas se fica em contato com o ar, transcorrido um tempo começa a ficar pálida e esbranquiçada na superfície. O tratamento de maceração em cal *a priori* parece afetar a evolução da cor com respeito ao tempo, e o tratamento térmico posterior faz com que este parâmetro mude consideravelmente.

Os valores das coordenadas da cor, L^* , a^* e b^* da abóbora sem qualquer tratamento (B), a abóbora sem tratamento térmico (30g/L – 3h) (P1), abóbora com tratamento térmico (TT) (30 g/L – 3 h) (B2) e abóbora após maceração 24 h e tratamento térmico (T1), são apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 - Determinação instrumental da cor para as amostras de abóbora. A amostra P1 corresponde à concentração de 30g/L macerada durante 3h; a amostra B2 corresponde à concentração de 30g/L macerada durante 3h e com posterior tratamento térmico; A amostra T1 corresponde à concentração 30g/L durante 24 horas com posterior tratamento térmico. Os valores apresentados correspondem à média e desvio padrão. As letras localizadas acima de cada barra representam a diferença significativa entre as médias para $p < 0,05$ (ANOVA, teste de Tukey)

	L^*	a^*	b^*
Branco	$75,26 \pm 0,54^a$	$11,85 \pm 0,52^m$	$40,67 \pm 1,13^w$
P1	$70,47 \pm 0,83^b$	$13,13 \pm 0,62^n$	$45,84 \pm 1,13^x$
B2	$33,22 \pm 0,73^d$	$1,78 \pm 0,20^o$	$14,26 \pm 0,65^y$
T1	$31,17 \pm 0,60^c$	$0,91 \pm 0,06^p$	$12,11 \pm 0,70^z$

Os valores de L^* (luminosidade) das amostras de abóbora analisadas encontram-se no intervalo de 31 a 75, o que mostra uma diferença considerável entre elas. Este parâmetro dá conta da variação “escuro – claro” da cor, o que significa que, em termos de componente L^* , a amostra B (abóbora normal) apresenta a tonalidade mais clara, e a T1 (30 g/L – 3 h), a mais escura.

Relativamente aos valores de a^* (verde-vermelho), a amostra que apresenta uma tonalidade mais esverdeada é a T1, seguida pela B2, as quais correspondem a aquelas amostras que sofreram tratamento térmico. Aquela que apresenta uma tonalidade mais avermelhada é a amostra P1 correspondendo à amostra com maceração (30 g/L – 3 h), que não sofreu tratamento térmico, seguida do Branco. Verifica-se que em relação à coordenada da cor b^* (azul-amarelo) a amostra T1 apresenta uma tonalidade menos amarela, e a amostra P1 apresentam a tonalidade mais amarelada.

Para os três parâmetros, todas as amostras estudadas são significativamente diferentes ($p < 0,05$) umas das outras. Nota-se que existe uma grande diferença entre as amostras que sofreram tratamento térmico e aquelas que não. Pode-se concluir que o tratamento de maceração em cal intensifica as cores vermelho e amarelo da abóbora normal, e a escurece ligeiramente. Por outro lado, o tratamento térmico após a maceração escurece as amostras e muda a cor até pontos mais esverdeados ou azulados. Na Tabela 18 apresenta-se a diferença total de cor entre as amostras e o branco.

Tabela 18 - Diferença total de cor entre o branco e as amostras de abóbora estudadas.

	P1	B2	T1
ΔE^*	10,8	78,6	83,6

Para os três casos existe um $\Delta E^* > 5$, portanto todas as amostras seriam diferenciáveis do branco ao olho nu. Podemos concluir que, das amostras que sofreram tratamento térmico, a amostra que mais difere do branco é a amostra T1, seguida pela amostra B2. Com base nestes resultados, podemos assegurar que uma imersão prolongada na solução de cal e posterior tratamento térmico tem repercussões na cor do produto final, tornando-o mais escuro e bem diferente da tonalidade da matéria prima original. A amostra que não sofreu tratamento térmico, P1, apresenta menor luminosidade que o branco, no entanto, apresenta tonalidades mais vermelha e amarela, cores originais da abóbora, podendo concluir-se que o tratamento de vegetais com cal (sem tratamento térmico) intensifica a cor original da abóbora.

2.2 DETERMINAÇÃO DA TEXTURA

Através da Análise de Perfil de Textura, obtiveram-se os diversos parâmetros físicos referenciados no ponto 5.3 do Capítulo I, nomeadamente a firmeza, adesividade e coesividade. Na figura 67 mostra-se a título de exemplo, um gráfico do perfil de textura da abóbora, correspondente à amostra B1, que sofreu o tratamento com cal (15g/L - 3h) e posteriormente o tratamento térmico.

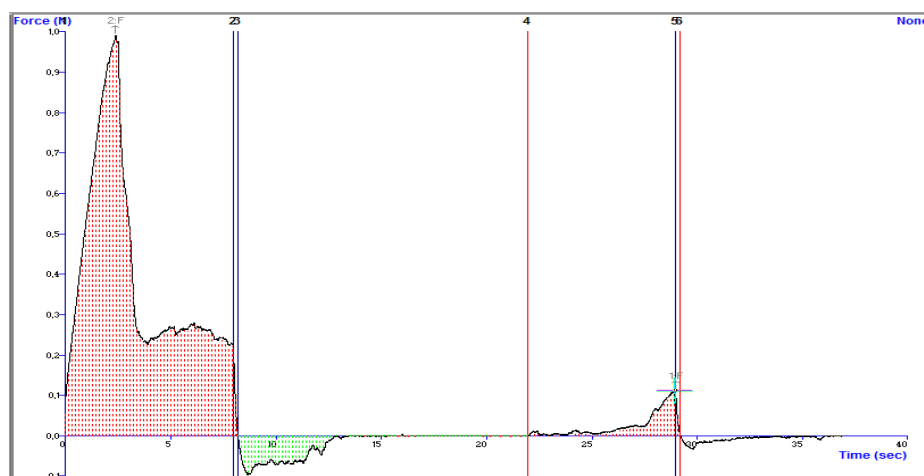


Figura 67 - Representação do perfil de textura para a abóbora com os dois tratamentos (cal + térmico).

Na figura 67 pode-se observar o comportamento do doce de abóbora após ser aplicada uma força sobre a sua superfície. O primeiro pico corresponde ao ponto de fratura, ou seja, à força que é preciso aplicar para quebrar a camada de pectato de cálcio formada durante a maceração. Depois do ponto de fratura, o gráfico mostra a resistência do puré de abóbora que existe no interior do doce - pode-se observar que é praticamente constante. A zona do gráfico em verde mostra a adesividade da amostra, a qual corresponde à saída da sonda. A seguinte zona vermelha representa a segunda dentada, e vai proporcionar informação sobre a coesividade do produto.

Estudo do binómio Concentração de cal/Tempo de exposição:

Na figura 68 apresentam-se os valores da firmeza relativos ao estudo do binómio *Concentração de cal/Tempo de exposição*.

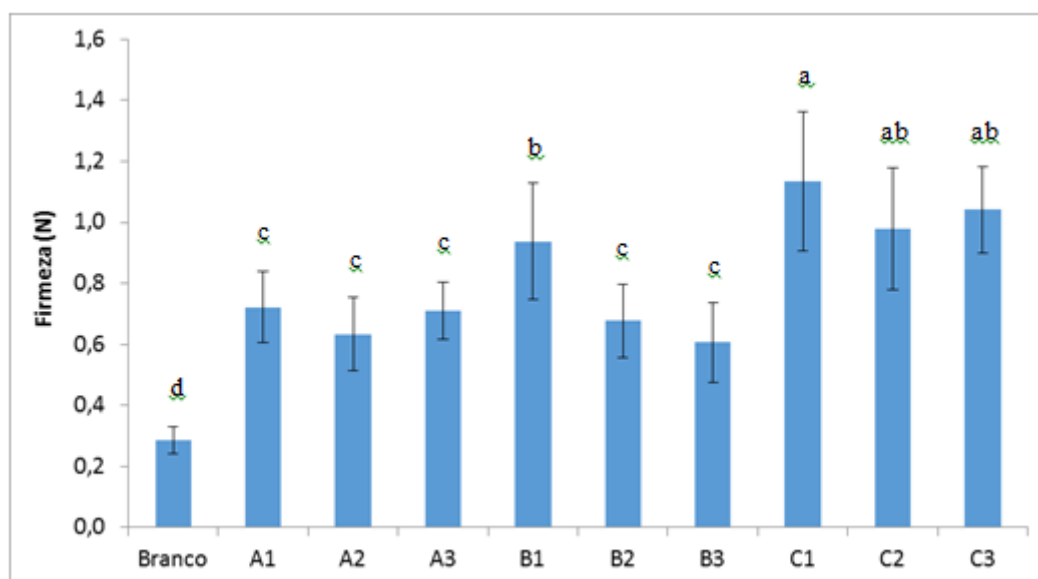


Figura 68 - Representação da firmeza da abóbora. As amostras correspondem a: A1 (15g/L-1,5h); A2(30g/L-1,5h);A3(60g/L-1,5h); B1(15g/L-3h);B2(30g/L-3h);B3(60g/L-3h);C1(15g/L-4,5h);C2(30g/L-4,5h);C3(60g/L-4,5h). As letras localizadas acima de cada barra representam a diferença significativa entre as médias para $p < 0,05$ (ANOVA, teste de Tukey)

A interpretação do gráfico proporciona informações de relevância. A primeira é que a concentração de cal - entre os valores de 15 g/L e 60 g/L - não afeta significativamente ($p < 0,05$) a firmeza dos produtos durante as 3 primeiras horas de tratamento, (exceptuando a amostra B1) contrariamente à hipótese inicial. Se olharmos para o gráfico de forma geral podemos perceber um ligeiro incremento na firmeza, mas o tratamento estatístico dos dados demonstra que as diferenças significativas existem entre amostras do grupo C e aquelas dos grupos A e B (novamente a excepção da amostra B1). Por outro lado, se olharmos para a sequência de amostras no sentido A1-B1-C1 / A2-B2-C2 / A3-B3-C3, apesar de nalguns casos não existirem diferenças significativas ($p < 0,05$), aparece uma evidente tendência crescente, o que significa que o tempo de maceração é mais relevante do que o fator concentração.

Este fenómeno pode ser explicado pela saturação das pectinas ao entrar no banho de cal; o cálcio satura logo no início aquelas que estão na superfície, independentemente de que a concentração seja alta ou baixa (desde

que exista um mínimo de átomos de cálcio livres). A partir desse momento, o cálcio migra desde o exterior até ao interior do produto, existindo só diferenças significativas na firmeza, naquelas que ultrapassam as 3 horas de maceração.

Por último, relativamente à firmeza, a amostra ideal para a optimização da receita seria a amostra A1, pois utilizando a mínima quantidade de cal para a solução, e permanecendo o menor tempo possível, obtêm-se resultados sem diferenças significativas com as outras amostras mais próximas (grupos A e B) sendo para estas os custos mais elevados.

Na figura 69 apresentam-se os valores de adesividade relativos ao estudo do binómio *Concentração de cal/Tempo de exposição*.

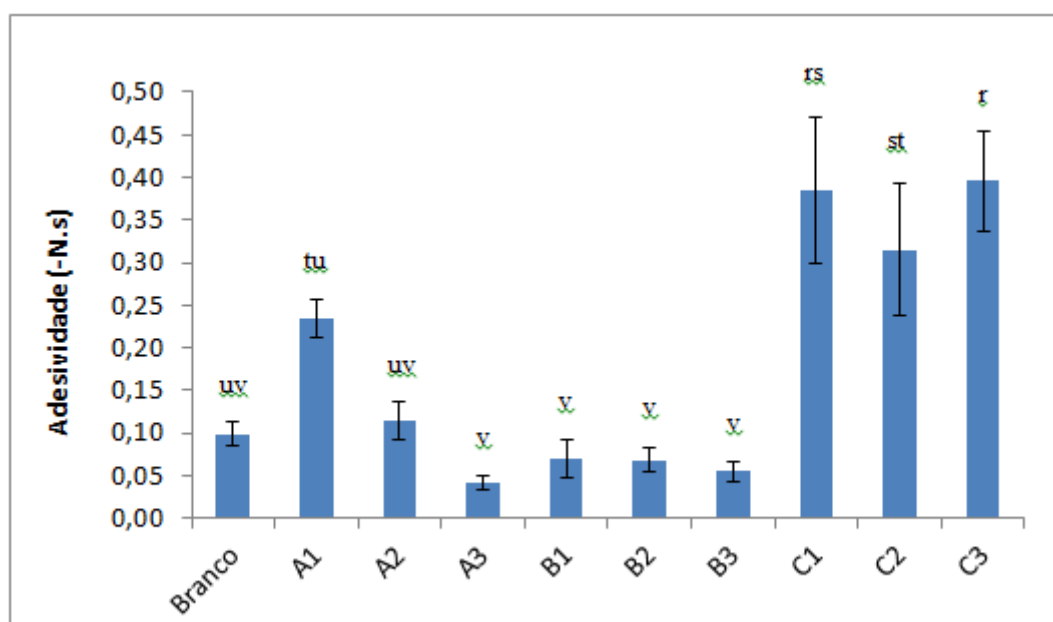


Figura 69 – Representação da adesividade das amostras de abóbora. As amostras correspondem a: A1 (15g/L-1,5h); A2(30g/L-1,5h);A3(60g/L-1,5h); B1(15g/L-3h);B2(30g/L-3h);B3(60g/L-3h);C1(15g/L-4,5h);C2(30g/L-4,5h);C3(60g/L-4,5h). As letras localizadas acima de cada barra representam a diferença significativa entre as médias para $p < 0,05$ (ANOVA, teste de Tukey)

Em quanto à adesividade, todas as amostras dos grupos A e B são idênticas ao branco, e significativamente diferentes ($p < 0,05$) das amostras C1-C2-C3 (15, 30 e 60g/L– 4.5 h). As amostras A1 e A2 apresentam valores mais altos que todas as amostras do grupo B, podendo-se observar uma ordem decrescente nos valores. No entanto, a partir da amostra B3, a adesividade aumenta significativamente com respeito à concentração de cal (apesar de apresentarem desvios elevados na distribuição dos dados) e conseguem-se perceber as diferenças mais significativas entre amostras. Este fenómeno pode ser explicado pela espessura da camada; como já discutido no gráfico anterior, as amostras do grupo C correspondem aquelas mais rijas e, portanto, às que oferecem uma maior resistência à saída da sonda do texturómetro, interpretando-se como um aumento da adesividade.

Na figura 70 apresentam-se os valores de coesividade relativos ao estudo do binómio *Concentração de cal/Tempo de exposição*.

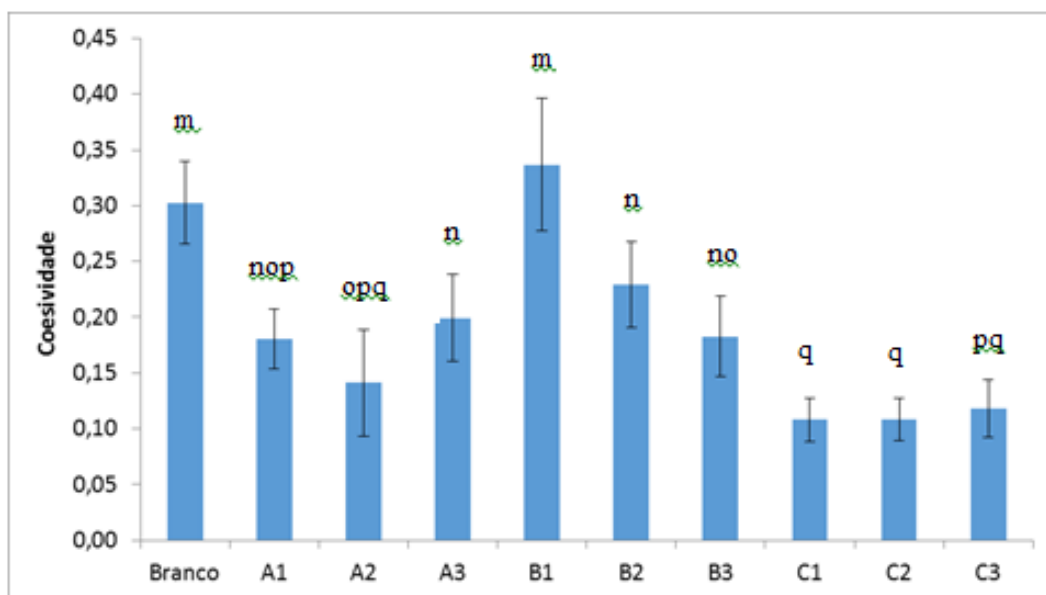


Figura 70 – Representação da coesividade das amostras de abóbora. As amostras correspondem a: A1 (15g/L-1,5h); A2(30g/L-1,5h);A3(60g/L-1,5h); B1(15g/L-3h);B2(30g/L-3h);B3(60g/L-3h);C1(15g/L-4,5h);C2(30g/L-4,5h);C3(60g/L-4,5h). As letras localizadas acima de cada barra representam a diferença significativa entre as médias para $p < 0,05$ (ANOVA, teste de Tukey)

Em relação à coesividade, apesar de apresentar valores muito dispares, traduzidos em desvios elevados, pode-se observar uma tendência decrescente em relação ao branco (exceptuando a amostra B1); no geral, as amostras apresentam valores de coesividade mais baixos do que o branco, pelo que se deduz que o tratamento com cal e o tratamento térmico diminuem a coesividade interna e externa da abóbora. As amostras que permaneceram mais tempo na solução de cal (C1-C2-C3) são as que apresentam valores mais baixos de coesividade.

Estudo da influência da maceração na firmeza do vegetal cru

Na figura 71 apresenta-se o estudo da repercussão na firmeza da maceração de vegetais crus numa solução de cal (sem tratamento térmico posterior). Neste caso a solução escolhida foi 15 g/L. O objetivo foi perceber se existe um endurecimento na superfície do vegetal simplesmente pelo facto de ser macerado em dita solução. Para isso, comparou-se o Branco* (B), correspondente a abóbora natural, com aquelas amostras só maceradas na solução de cal de 15 g/L durante 1.5 h, 3 h e 4.5 h e 24 h (P1-P2-P3-P4).

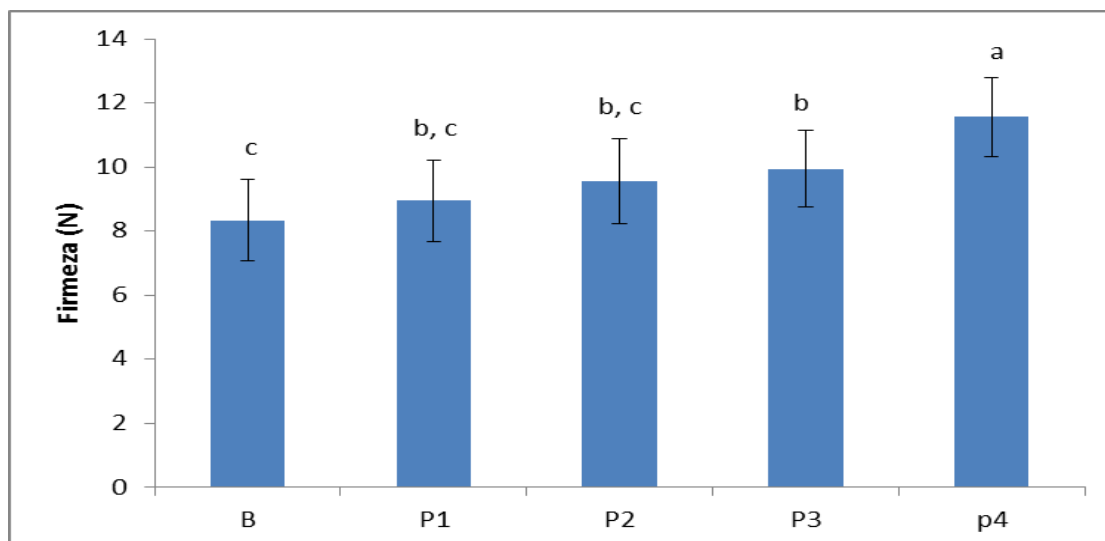


Figura 71 - Firmeza da abóbora crua após a maceração em cal. As letras localizadas acima de cada barra representam a diferença significativa entre as médias para $p < 0,05$ (ANOVA, teste de Tukey)

Através da figura 71 confirma-se que existe um incremento significativo na firmeza das amostras ($p < 0,05$) a partir das 4,5 h de maceração. Apesar da firmeza das amostras P1 e P2 não ser significativamente diferente da firmeza da amostra P3, esta última em conjunto com a P4 apresentam significativamente maior firmeza que o Branco*.

Relativamente aos objetivos do trabalho, pode-se concluir que o efeito da concentração nas amostras não é importante, mas para a receita do doce é recomendável a utilização de concentrações mais baixas (15g/L), pois não há diferenças significativas em relação à firmeza em comparação com aquelas que são tratadas com maior intensidade, do grupo B. Uma observação interessante atribui-se a que é mais influente o tempo de maceração que a concentração da solução. Embora não se verificaram diferenças significativas entre 1,5 e 3 horas, estas apenas se verificam para tempos de maceração de 4,5 horas; assim, o tempo de maceração deve ser escolhido de acordo com os resultados pretendidos.

Estudo do efeito da maceração prolongada na firmeza da abóbora

Na figura 72 apresenta-se o estudo do efeito de uma maceração prolongada na solução de cal na firmeza de abóbora sujeita a tratamento térmico. Para isso, compararam-se aquelas amostras maceradas na solução de cal correspondente a 15 g/L durante 1,5 h, 3 h e 4,5 h (A1-B1-C1), com aquelas maceradas na mesma solução, durante 24 horas (T1) depois de sujeitas a tratamento térmico.

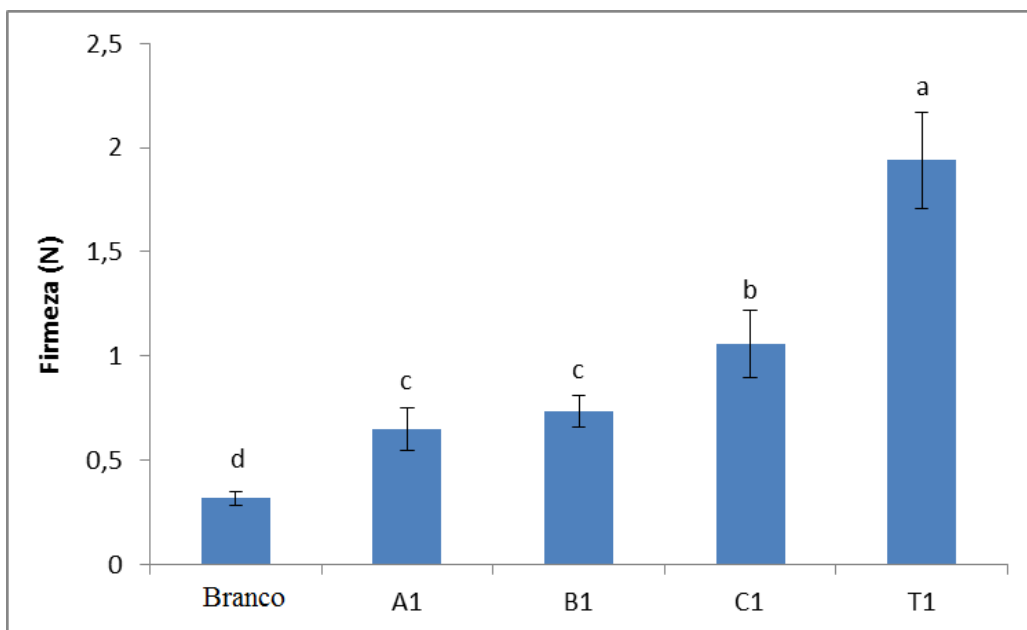


Figura 72 - Firmeza da abóbora após uma maceração prolongada. As letras localizadas acima de cada barra representam a diferença significativa entre as médias para $p < 0,05$ (ANOVA, teste de Tukey)

Através da figura 72 constata-se que a formação da camada de pectato de cálcio é diretamente proporcional ao tempo de exposição. No entanto, esta afirmação é só válida a partir das 3 h de maceração, pois em condições de menor tempo de maceração, não existem diferenças significativas ($p < 0,05$) nos valores de firmeza da amostra A1 e B1.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Durante os três séculos que separam a publicação de “*Le Cuisinier Francois*” e o aparecimento de *Nouvelle Cuisine*, verifica-se que a cozinha e a gastronomia, não pararam de evoluir, tornando-se cada vez mais públicas, e a relação cozinheiro-comensal mais próxima. A cozinha também foi integrando cada vez mais produtos e métodos de preparação, e não se hesitou em incluir contribuições estrangeiras, uma vez adaptadas a cada estilo. Assim, a cozinha foi-se tornando uma área cada vez mais global. Esta evolução foi possível porque a forma de perceber a cozinha mudou radicalmente durante este longo período, uma mudança que, em síntese, opera ao longo de 3 eixos: tornar a cozinha um objeto de estudo e pensamento, democratizá-la, e reconhecer a autonomia e liberdade dos chefs.

A inovação é vista como um processo prático-criativo, coletivo, espacial e temporal. A formalização e a difusão de um discurso culinário tem o potencial de aumentar a capacidade de uma empresa inovadora (por exemplo, um indivíduo ou uma organização) para obter novas ideias reconhecidas dentro de seu campo, uma capacidade que é ainda mais importante nas empresas de restauração.

As técnicas utilizadas como mecanismo multiplicador da criatividade, e disponíveis para tal fim, devem ser vistas como ferramentas para preparar alimentos com qualidade e sustentar meios de expressão, que possam induzir emoções ou até contar “histórias”, e não percebidas como um fim em si mesmas. A ciência, aplicada no campo da gastronomia, tem o papel de oferecer ao cozinheiro uma série de recursos que lhe permitam desenvolver novas técnicas e preparações, e não simplesmente explicar os fenômenos que acontecem ao preparar um determinado prato.

2. ESTÁGIO

Os aspetos mais importante a destacar relativamente às competências e experiências adquiridas no estágio realizado no âmbito desta dissertação foram a tomada de consciência prática e global sobre o trabalho em cozinha, e a aquisição de conhecimento sobre todas as preparações, equipamentos, e técnicas. Este último aspecto foi de grande importância para o desenvolvimento da parte experimental laboratorial desta dissertação. Numa cozinha treina-se a concentração profunda – fator essencial para a rapidez e eficiência em qualquer tarefa – e a organização como ferramenta para simplificar e gerir o trabalho. É um treino muito proveitoso seja para o trabalho na cozinha ou para outras atividades.

Além destes aspetos, relacionados com o trabalho na cozinha, também foi importante tomar consciência da importância da comunicação entre o pessoal da sala, o da cozinha, e o *chef*, e o grau de concentração que isto implica. Para tudo correr bem é muito importante a organização e a arrumação da *mise em place*, mas também a

autoconfiança com que se trabalha numa cozinha aberta, à frente do público, a flexibilidade e o trabalho em equipa.

Por outro lado, o estágio permitiu uma grande tomada de consciência sobre a realidade das cozinhas, pois nós, estudantes de gastronomia num contexto institucional de universidade e aulas, nem sempre podemos ter a noção de como se aplica na prática todo o conhecimento teórico que nas aulas é ministrado e analisado.

3. TRABALHO EXPERIMENTAL

No presente trabalho experimental estudou-se a influência das condições de processamento no resultado final de vários produtos para as técnicas de Impregnação em Vácuo e Maceração de Vegetais com Soluções de Óxido de Cálcio.

Para a técnica da impregnação em vácuo, aplicada a maçã Granny Smith impregnada com o cocktail *Margarita*, verificou-se que a cor, muito relacionada com a aparência e a aceitabilidade por parte do consumidor, é um parâmetro altamente afetado pelo tratamento. As análises de perfil de textura revelaram que as amostras com maior grau de impregnação (99.9% vácuo) tinham menor firmeza que aquelas com menor tratamento, ou que a maçã não sujeita a tratamento. Este resultado é o oposto da hipótese inicial, mas pode ser eventualmente explicado pela deformação da matriz sólida quando se processa o vácuo e ainda pela ação do líquido de impregnação. Seria interessante em trabalhos futuros verificar o efeito em estruturas vegetais menos firmes (por exemplo melancia). Isto evidencia que a análise sensorial é subjetiva, em contraposição à análise instrumental.

Quanto à análise de perfil de libertação de compostos voláteis, verificou-se o fenómeno de *salting-out* para as amostras muito impregnadas, o que quer dizer que aquelas a que foi adicionada uma quantidade conhecida de sal comum, tinham maior libertação de compostos voláteis relacionados com o aroma. Por outro lado, verificou-se que nas condições de processamento utilizadas, um aumento no grau de impregnação contribui para a perda de compostos voláteis de interesse, com a conseguinte perda de riqueza aromática.

A análise sensorial revelou uma ligeira preferência pela amostra muito impregnada, mas os resultados foram muito dispare, presumivelmente por causa das diferenças nos hábitos de consumo dos provadores, a sua idade, e o seu sexo.

Por outro lado, a análise do perfil da textura efetuada para a técnica da maceração de vegetais em cal, aplicada a cubos de abóbora, confirmaram a hipótese inicial, e o tratamento com cal causa uma maior firmeza do produto, antes e depois do tratamento térmico, em contraposição com a matéria prima original. Este efeito é particularmente visível após tratamento térmico, pois a camada de pectato de cálcio formada é termo resistente, ficando um produto com duas texturas bem diferenciadas. Por último, pode-se concluir que para a aplicação da técnica, é preferível utilizar concentrações de cal baixas (15 g/L) e aumentar o tempo de maceração si se pretende dar maior espessura à camada exterior do produto.

Achatz, G.; Bourdas, A.; Dacosta, Q.; Gagnaire, P.; Morán, M.; Sultano, C.; (2007) *Cuaderno Apiciu*, Montagudo.

Aduriz, A. (2012) “A natural science of cooking” Vizcaya: Phaidon.

Aguilera, J. M. (2012) “The engineering inside our dishes”, *International Journal of Gastronomy and Food Science* 1(1): 31–36.

Aguilera, J.M.; Stanley, D.W. (1999) *Microstructural Principles of Food Processing and Engineering*. Gaithersburg: Aspen Publishers Inc.

Alpendurata, M. F. (2000) “Solid-phase microextraction: a promising technique for sample preparation in environmental analysis”, *Journal of Chromatography* 889: 3-14.

Anon, C.; Barbosa, G.; Lozano, J.; Parada, E. (2000) *Trends in Food Engineering*. Lancaster: Technomic Publishing Company, Inc.

Arenós, P. (2005) *Alta cocina en Occidente*. Barcelona Montagud Editores.

Arenós, P. (2014) *Los Once Chefs que abren el camino del futuro*. Barcelona: Grupo Zeta.

Basak, R., & Bandyopadhyay, R. (2014) “Soft Matter biopolymer gels”, *Soft Matter* 10: 7225–7233.

Beaugé, B. (2012) “On the idea of novelty in Cuisine”, *International Journal of Gastronomy and Food Science* 1(1): 5–14.

Belcanto (s.d.): <http://belcanto.pt/PT/>, data de consulta a 05-10-2015.

Berghaus, G. (2001) *The futurist banquet: Nouvelle Cuisine or performance art? New Theatre Quarterly*, Vol. 17, #1. Cambridge: Cambridge University Press.

Berlinet, C., Ducruet, V., Brillouet, J-M., Reynes, M., & Brat, P. (2005) “Evolution of aroma compounds from orange juice stored in polyethylene terephthalate (PET)”, *Food Additives and Contaminants* 22: 185-195.

Bertho-Lavenir, C. (1999) *The Wheel and the Pen*. Paris: Odile Jacob.

Bourne, M. (2002) *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. London: Academic Press.

Brillat Savarin, J. (1999) *The physiology of taste*. Washington D.C.: Counterpoint. Inc. Editora.

- Caballero, J. (2014) *Liquid experience. Cockteleria evolutiva*. Barcelona: Libbooks S.L.
- Canuto, K.M., Souza-Neto, M.A. & Garruti, D.S. (2009) “Composição química volátil, em diferentes estádios de maturação de manga ‘Tommy Atkins’ produzida no vale do São Francisco”, *Química Nova* 32 (9): 2377-2381.
- Carasek, E. & Pawliszyn, J. (2006) “Screening of tropical fruit volatile compounds using solid-phase microextraction (SPME) fibers and internally cooled SPME fiber”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 8688-8696.
- Cassi, D.(2011) “Science and cooking: the era of molecular Cuisine”, *EMBO Reports* 12(3): 191–196.
- Castellar MR, Obón JM and Fernández-López JÁ, The isolation and properties of a concentrated red-purple betacyanin food colourant from *Opuntia stricta* fruits. *J Sci Food Agr* 86: 122-128 (2006).
- Castels, P.; Mans, C. (2011) *La nueva cocina científica*. Barcelona: Prensa Científica S.A.
- Chef Steps (s.d. a) *How Chamber-Style Vacuum Sealers Work*. Disponível em: <http://www.chefsteps.com/activities/how-chamber-style-vacuum-sealers-work>, data de consulta a 05-10-2015.
- Chef Steps (s.d. b) *Vacuum Compression of Plant Foods*. Disponível em: <https://www.chefsteps.com/activities/vacuum-compression-of-plant-foods>, data de consulta a 09-10-2015.
- Cousins, J., O’Gorman, K. e Stierand, M. (2010), “Molecular Gastronomy: Basis for a new culinary movement or modern day alchemy?” *International Journal of Contemporary Hospitality Management* 22 (3): 399-415.
- Donald, A. (2004) “Food for thought”, *Nature Materials* 3: 579–581.
- Elias, N.(1969) *La dynamique de l’Occident*. Paris: Calmann-Lévy.
- Escoffier, A. (2001) *Le Guide Culinaire*. Paris: Editions Flammarion.
- Ferguson, P. P. (1998) “A cultural field in the making: gastronomy in the 19th century France”, *American Journal of Sociology* 104 (3): 597–641.
- Ferguson, P. P. (2004) *Accounting for Taste: The Triumph of French Cuisine*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Fink, B. (1995) *Les liaisons savoureuses*. Saint-Étienne: University of Saint-Étienne.
- France, B.; Vitaux, J. (2008) *Dictionnaire du Gastronom*. Paris: Presses Universitaires de France.

Freire, R. (2011) *A Mágica na cozinha: curiosidades, truques e fingimentos da gastronomia*. Rio de Janeiro: Editora Senac Nacional.

Garruti, D.S., Santos, T.M., Gomes, B.L. & Magalhães, H.C.R. (2011) *Otimização da Extração de Compostos Voláteis por Microextração em Fase Sólida em Headspace: Exemplo da Aguardente de Cana*. Fortaleza, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Girard, A. (1977) "The Triumph of Middle Class Cuisine, Cuisine and Society in the 17th and 18th Centuries", *Journal of modern and contemporary history* 10 (24).

Goldfarb, W. (2014) "It's all Greek to me", *International Journal of Gastronomy and Food Science* 2 (1): 46–50.

Good, H. (2007) *Solving color measurement challenges of the Food Industry*. Reston: Hunter Lab.

Guba, E. G. (1990) *The Paradigm Dialog*. Newbury: Sage Publications.

Guerreiro, M.; Mata, P. (2009) *A Cozinha é um Laboratório*. Lisboa: Fonte da Palavra. Inc, falta nº páginas, editora

Guinard, J.X; Mazzucchelli, R. (1996) "The sensory perception of texture and mouthfeel", *Trends in Food Science and Technology* 7: 213-219.

Hadi, M.A.E.; Tao, J.; Wu, F.; Zhang, F.; Zhou, C. (2013) "Advances in Fruit Aroma Volatile Research", *Molecules* 18: 8200-8229.

Hamilton, R.; Todolí, V. (2009) *Food for thought, thought for food*. 11-14 Barcelona: Actar. Inc, Editora.

Harrington, R.; Ottenbacher, M. (2008) "Institutional, cultural and contextual factors: Potential drivers of the culinary innovation process", *Tourism and Hospitality Research* 9 (3): 235-249.

James, K. (2008) *Escoffier: O Rei dos chefs*. 24-26 São Paulo, Senac. Inc,

Kataoka, H.; Lord, H.; Pawliszyn, J. (2000) "Applications of solid-phase microextraction in food analysis", *Journal of Chromatography* 880: 36-62.

Kramer, A.; Szczesniak, A. S. (1973) *Texture Measurements of Foods: Psychophysical Fundamentals; Sensory, Mechanical, Chemical Procedures and Their Interrelationships*. Dordrecht: Reidel Publishing Company. Inc,

Kurti, N.; Kurti, G. (1997) *But the Crackling is Superb, An Anthology on Food and Drink by Fellows and Foreign Members of the Royal Society*. 8-17 Bristol: Institute of Physics Publishing. Inc,

La Varenne, P. (1651) *Le Cuisinier François*. Paris: Editora P. David.

Li, Z.; Wang, N.; Raghavan, G.S.; Vigneault, C. (2009) “Ripeness and rot evaluation of “Tommy Atkins” mango fruit through volatiles detection”, *Journal of Food Engineering* 91: 319-324.

Lo, C. (2005) “Effects of Calcium, pH, and Blockiness on Kinetic Rheological Behavior and Microstructure of HM Pectin Gels”, *Biomacromolecules* 6 (2): 646–652.

Mazza, C.; Planellas, M.; Svejenova, S.(2007) “Cooking up change in haute cuisine: Ferran Adrià as an institutional entrepreneur”, *Journal of Organizational Behavior* 28 (5): 539–561.

McGee, H (1990). *The curious cook*. New York: Macmillan.

The curious cook (s.d.): <http://www.curiouscook.com>, data de consulta a 03-10-2015.

McNair, H.M; Miller, J.M. (2009). *Basic Gas Chromatography*. New Jersey: Wiley.

Mendham, J.; Denney, R.C.; Barnes, J.D.; Thomas, M.J.K. (2002) *Vogel – Análise Química, Quantitativa*, 1, 60.

Mennell, S. (1987) *All Manners of Food, Eating and Taste in England and France from the Middle Ages to the Present*. Paris: Flammarion.

Burbridge, A.; Mezzenga, R.; Michel, M.; Schurterbenger, P. (2005) “Understanding food as soft materials”, *Nature Materials* 4: 729–740.

Mini Bar (s.d.): <http://www.minibar.pt/pt/>, data de consulta a 05-10-2015.

Phillips, G.; Williams, P. (2004). *Gums and Stabilisers for the Food Industry, Vol. 12*. U.K.: Royal Society of Chemistry.

McClements, D. J.; Ubbink, J.; Van der Linden, E. (2008) *Food Biophysics* 3: 246–254.

Moura, J. (2011) *Cozinha com Ciência e Arte*, Bertrand, 1, 27.

Murakami, H.(1988) *Dansu, Dansu, Dansu*. Tokyo: Kodansha.

Myhrvold, N.; Bilet, M.; Young, C. (2011) *Modernist Cuisine – The Art and Science of Cooking*. Bellevue: The Cooking Lab.

Nunes, M.C. (2005) *Tese de Doutoramento: Interações proteína/polissacárido em géis proteicos de origem vegetal*. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia / Universidade Técnica de Lisboa.

Papin, D (1681) *A New Digester or Engine, for softening Bones*. London: Royal Society.

Opazo, P.M. (2012) “Discourse as driver of innovation in contemporary haute cuisine: The case of elBulli restaurant”, *International Journal of Gastronomy and Food Science* 1(2): 82–89.

Mesa, J.; Pino, J. A. (2006) “Contribution of volatile compounds to mango (*Mangifera indica* L.) aroma”, *Flavour and Fragrance Journal* 21: 207-213.

Muñoz, A.M.; Civille, G.V.; Carr, B.T. (1992). *Sensory evaluation in quality control*. New York: Van Nostrand Reinhold, 240 p.

Plutowska, B.; Wardencki, W. (2007) “Aromagrams - aromatic profiles in the appreciation of food quality”, *Food Chemistry* 101 (2): 845-872.

Prati, P., Moretti, R.H. & Cardello, H.M.A.M. (2005). Elaboração de bebida composta por mistura de garapa parcialmente clarificada-estabilizada e suco de frutas ácidas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* - Campinas. 25, 147-152.

Rainer, MR. (1993) *Letters to a Young Poet*. New York: Norton and Co.

Rambourg, P (2011) *Historia de la Cocina y la Gastronomía Francesa (1ª ed)*. Buenos Aires, Editora Claridad.

Roudot, A. (2004) “Food science and consumer taste”, *Gastronomica* 4: 41-46.

Rumford, C. (1969) *Devices and techniques. Collected works of Count Rumford*. Cambridge: Harward University Press.

Sabban, F.; Serventi, S. (1998) *The Gastronomy of the Great Century*. Paris: Stock.

Sahin, S.; Sumnu, S.G. (2006) *Physical Properties of Foods*. Ankara: Springer.

Schorr, M.; Valdez, B.; Zlatev, R.(2012) *Scientific, Health and Social Aspects of the Food Industry*. Rijeka, InTech.

Schön, D. (1983) *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Nova Iorque: Basic Books.

Schwanitz, D. (1999) *La cultura: Todo lo que hay que saber*. Madrid: Editorial Santillana.

Sousa, I. (2001) *Reologia e suas aplicações industriais*. Lisboa: Instituto Piaget - Ciência e Técnica.

Steinbeger, M. (2009) *Adeus aos escargots*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.

Stone, H.; Sidel, J. (1993). *Sensory evaluation practices*. New York: Academic Press. 338p.

- Struwe, K ; Yek, G.S. (2008) “Deconstructing Molecular Gastronomy”, *Food technology*: 34-43.
- This, H. (1999) “Nicholas Kurti, one of the founding fathers of molecular gastronomy”, *Acta Physica Hungarica New Series-Heavy Ion Physics 10 (1)*: 21-28.
- This, H. (2005) “Modelling dishes and exploring culinary 'precisions' - the two issues of molecular gastronomy”, *British journal of nutrition 93*: S139-S146.
- This, H. (2006a) *Molecular Gastronomy*. New York: Columbia University Press.
- This, H. (2006b) “Food for tomorrow”, *EMBO reports 7 (11)*: 1062-1066.
- This, H. (2007) *Molecular gastronomy, programme, results and international developments*, em: Proceedings of the European conference on food chemistry: Recent developments in food analysis 14.
- Thomas, E.C. (2007) Molecular gastronomy. Personal communication.
- Augusto, F.; Valente, A.L.P. (2000) “Microextração por fase sólida”, *Química Nova 23 (4)*: 523-530.
- Van de Ven, A.H. (1986) “Central problems in the management of innovation”, *Management Science 32 (5)*: 590–607.
- Walstra, P. (2003) *Physical Chemistry of Foods, Food Science and Technology*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Wheaton, B. K. (1984). *Savouring the Past: History of Table Manners in France*. Paris: Calmann-Lévy.
- Williams, P.A. (2007) *Handbook of Industrial Water Soluble Polymers*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Normas ISO: ISO 12647 / ISO5492